

# O Uso de Simuladores Computacionais como Recurso Didático nas Aulas de Física: antes ou depois?

**Alex de Sousa Braga**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP  
alex.braga2512@gmail.com

**Gustavo Isaac Killner**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP  
gisaack@usp.br

**Fernando Grillo Araújo**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP  
fernandogrillo.1979@gmail.com

## Resumo

Este trabalho tem como objetivo verificar se o uso de um simulador de consumo de energia elétrica contribui mais para a aprendizagem dos alunos quando utilizado no início (ou seja, como instrumento problematizador) ou no final (ou seja, como instrumento de aplicação do conhecimento) numa sequência didática. A sequência didática utilizada para tal tem como referencial teórico os momentos de aprendizagem propostos por Delizoicov. A metodologia de investigação adotada baseia-se em uma pesquisa qualitativa, apoiada num estudo de caso envolvendo alunos da terceira série do ensino médio de uma escola pública estadual de Guarulhos-SP. Os dados serão analisados por meio um teste de hipóteses juntamente com uma ficha de análise dos resultados obtidos. Os resultados parciais indicam que a utilização do simulador de consumo de energia elétrica potencializou o aprendizado dos alunos nos dois momentos avaliados.

**Palavras chave:** ensino de Física, momentos pedagógicos de Delizoicov, simulação computacional.

## Introdução

Autores como Moreira (2012), Chiquetto (2011), Delizoicov et al (2011) e Laburu e Arruda (2002) vem questionando as formas de ensino de ciências da natureza, particularmente da física. Avaliam que o ensino de física ocorre muitas vezes por intermédio da apresentação desarticulada de fórmulas, equações, modelos, leis e conceitos abstratos, descontextualizados do cotidiano do aluno (BRASIL, 2000). Não é novidade afirmar que em muitas aulas de física encontramos estudantes numa postura de pouco interesse pela aprendizagem. A utilização dos computadores no ensino de física se encontra bastante fundamentada levando-se em conta as pesquisas sobre o tema. Macêdo, Dickman e Andrade (2012) enfatizam que a utilização da informática educativa vem se intensificando a cada dia, de modo a criar condições para que o professor possa usar essa ferramenta tecnológica no contexto da sala de aula. Para Macêdo,

Dickman e Andrade (2012) as simulações podem ser utilizadas como instrumento de avaliação ao finalizar um tema para identificar possíveis falhas na aprendizagem e saná-las ou ainda antes de introduzir determinado conceito, como forma de obter-se um diagnóstico prévio dos pré-conceitos dos estudantes sobre o tema a ser estudado. Partindo da premissa de que o uso do computador pode ajudar a aprendizagem significativa de conceitos pelos alunos, pretende-se responder à seguinte questão: O uso de simuladores contribui mais para a aprendizagem dos alunos quando utilizado no início (ou seja, como instrumento problematizador) ou no final (ou seja, como instrumento de aplicação do conhecimento) numa sequência didática? Neste artigo, relata-se o desenvolvimento de uma pesquisa de mestrado profissional que visa responder essa questão no tema energia elétrica e conta de luz mensal, através da utilização de um simulador computacional de consumo de energia elétrica em diferentes momentos de uma sequência didática. No quadro 1 são apresentados os aspectos relativos a escolha do tema energia elétrica e conta de luz mensal.

Quadro 1: Apresentação do tema energia elétrica e conta de luz mensal

Competências gerais	Habilidades gerais e específicas
· Representação e Comunicação	Compreender como é feita a medida da energia elétrica.
· Investigação e Compreensão	Estimar o custo e o gasto da energia elétrica; Conhecer alternativas seguras para economia de energia elétrica.
· Contextualização Sociocultural	Perceber a relação entre o consumo de energia, a potência e o tempo.

## Referencial Teórico

O referencial teórico adotado para a elaboração da sequência didática tem como base os três momentos pedagógicos de Delizoicov, que são estruturados da seguinte forma:

### Problematização inicial

De acordo com Muenchen e Delizoicov (2014) neste primeiro momento são apresentadas as questões ou situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas. Os alunos são desafiados a expor o que pensam sobre as situações, até mesmo para que o professor possa ir conhecendo o que eles pensam. A finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão, e fazer com que ele sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém.

### Organização do conhecimento

Encontramos em Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), que na organização do conhecimento os temas levantados na problematização inicial são sistematicamente estudados sob a orientação do professor. As mais variadas atividades são então empregadas, de modo que o professor possa desenvolver a conceituação identificada como fundamental para a compreensão científica das situações problematizadas. É neste momento que a resolução de problemas e exercícios, tais como os propostos em livros didáticos, pode desempenhar sua função formativa na apropriação de conhecimentos específicos.

### Aplicação do conhecimento

Ainda de acordo com Delizoicov, Angotti e Pernambuco, (2011), esse momento destina-se a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo como outras situações que embora não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento. Do mesmo modo que no momento anterior, as mais diversas atividades devem ser desenvolvidas, buscando a generalização da conceituação que já foi abordada e até mesmo formulando os chamados problemas abertos.

## Procedimentos Metodológicos da Pesquisa

Quanto à forma de abordagem, a pesquisa pode ser considerada como qualitativa, especificamente um estudo de caso.

### População de pesquisa:

As atividades foram aplicadas a uma população de 24 alunos com média de idade entre 16 e 17 anos, que apresentam como característica comum estarem matriculados na 3ª série regular do ensino médio noturno da Escola Estadual Prof.<sup>a</sup> Maria Célia Falcão Rodrigues (Guarulhos- SP). Os alunos foram separados em dois grupos ao acaso, tendo em vista que os participantes da pesquisa utilizam computadores majoritariamente para interação em redes sociais e pesquisa na internet para realização de trabalhos escolares.

### Coleta de Dados:

A coleta de dados foi dividida em etapas, sendo que a primeira delas pode ser caracterizada como uma pesquisa bibliográfica (MARCONI; LAKATOS, 2011, p.57). Na segunda etapa realizou-se a coleta de dados com os alunos propriamente dita, por meio das atividades desenvolvidas. Um desses instrumentos foi aplicado na etapa de problematização inicial e procurou-se investigar por meio uma entrevista semi-estruturada quais atividades os alunos realizavam com os computadores. No final da pesquisa, logo após a etapa de aplicação do conhecimento, também foram aplicados outros dois questionários a fim de identificar o que os alunos pensam sobre a sequência didática estudada.

### Simulador utilizado e descrição da sequência didática:

O simulador escolhido para realização das atividades foi o da empresa FURNAS centrais elétricas.

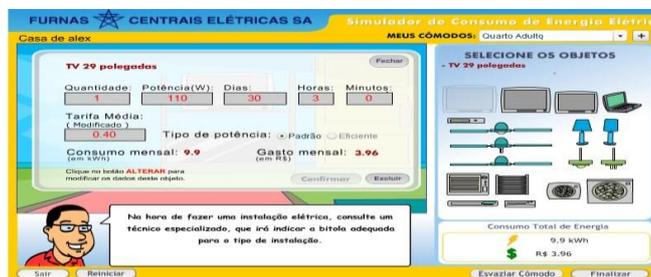


Figura 1: Simulador de consumo de energia elétrica de FURNAS

Na problematização inicial os dois grupos de referência, (A e B) realizaram uma atividade investigativa sobre a conta de luz. Essa atividade consistiu na produção de respostas, por parte dos alunos, de dez questões que envolviam basicamente a discussão de quatro pontos principais: consumo de energia numa casa; valor efetivo que se paga pela energia; média diária de consumo e identificação dos equipamentos que mais consomem energia em uma residência. Ainda na

problematização inicial os alunos do grupo A utilizaram o simulador computacional em consumo de energia elétrica. A interação dos alunos com o simulador ocorreu basicamente por meio da procura de informações sobre os aparelhos domésticos e lâmpadas de uma residência e as tarifas básicas aplicadas em cada região do Brasil. Os alunos também simularam o consumo de cada aparelho e tiveram acesso aos resultados com a estimativa dos gastos com a energia elétrica em Kwh/mês e em reais. Verificaram, também, se há desperdício de energia elétrica, através da indicação de quais aparelhos podem ser substituídos por outros mais eficientes. Os estudantes tiveram acesso a uma ferramenta disponível no simulador que é a função payback, com a qual o usuário pode calcular o retorno do investimento com a troca dos equipamentos a partir da economia obtida na conta de energia. Na organização do conhecimento os alunos dos grupos A e B tiveram aulas sobre os conceitos de potência e energia elétrica e tiveram a oportunidade de discutir com maior profundidade as atividades realizadas na etapa anterior. Por fim, na etapa de aplicação do conhecimento os alunos do grupo B utilizaram o simulador de consumo de energia elétrica da mesma forma que os alunos do grupo A fizeram na etapa de problematização inicial, isto é, com os mesmos objetivos e interagindo da mesma forma entre si e com os computadores. Nesse momento os alunos dos grupos A e B participaram de uma atividade envolvendo a análise de uma conta de luz mensal diferente daquela aplicada na etapa inicial (dez questões), juntamente com exercícios baseados nos conceitos de consumo de energia elétrica residencial (cinco questões). O conjunto desses exercícios envolviam as habilidades gerais e específicas mencionadas no quadro 1.

## **Análise dos dados e resultados obtidos.**

Uma análise preliminar dos resultados sugere um avanço conceitual no tema estudado com consequente ampliação do repertório científico, tendo em vista o conhecimento dos alunos pertencentes aos grupos A e B na etapa da problematização inicial. Verificou-se que na etapa da aplicação do conhecimento ambos os grupos traziam um maior repertório de conhecimentos sobre os conceitos estudados, o que acabou resultando em um melhor desempenho nas atividades propostas. A atividade de investigação sobre a conta de luz mensal realizada na problematização inicial foi tabulada de acordo com o percentual de acertos numa escala de 0 a 100% das questões elaboradas (figura 2).



Figura 2. Desempenho dos alunos pesquisados na atividade de investigação da conta de luz mensal

Fonte: Dados da pesquisa

As duas questões envolvendo a utilização do simulador, juntamente com a análise de uma conta de luz mensal realizada na etapa da aplicação do conhecimento (dez questões), e os cinco exercícios baseados nos conceitos de consumo de energia elétrica residencial foram analisados numa escala de 0 a 100% de acertos. Na figura 3 os resultados:

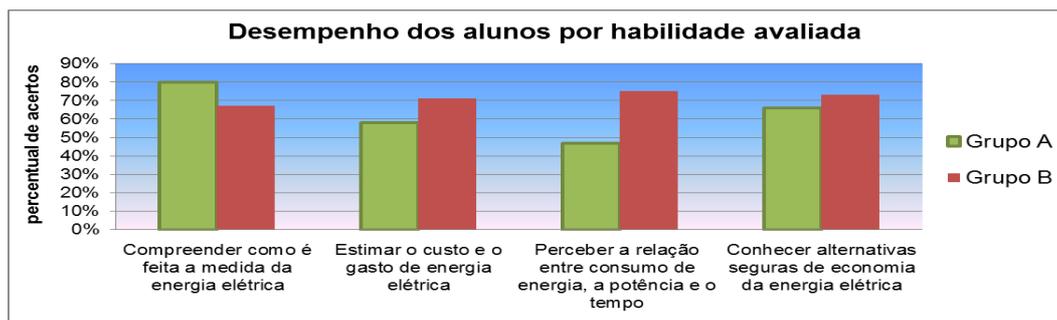


Figura 3. Desempenho dos alunos pesquisados

Fonte: Dados da pesquisa

Para verificar se existe diferença significativa entre utilizar a simulação computacional como instrumento de problematização ou de aplicação do conhecimento, os dados da pesquisa foram analisados por meio de um teste de hipóteses de forma, semelhante à utilizada por Sanches, Shimiguel e Araújo (2013). Foi realizado um teste *t* de *Student* (*Student's t-test*) para as médias de duas amostras independentes. Esse teste é indicado quando desejamos comparar as médias de duas amostras extraídas de dois grupos distintos. Para esta pesquisa está sendo comparados os escores obtidos pelo grupo que utilizou a simulação como instrumento de problematização, (grupo A) com o grupo de trabalhou a simulação como instrumento de aplicação do conhecimento (grupo B). No quadro 2 destacamos os principais resultados obtidos:

Quadro 2: Resultados obtidos por meio do teste de hipóteses

Grupo	Momento da sequência	Total de alunos n	Número de questões	Média — $\bar{X}$	Desvio Padrão s	Variância $s^2$
A	Problematização inicial	12	20	63,54	67,79	4594,89
B	Aplicação do conhecimento	12	20	72,00	77,26	5969,64
<b>Graus de liberdade</b>		<b>Desvio padrão agregado</b>		<b>Estatística do teste (t)</b>		<b>Nível de significância</b>
22		72,68		0,2851		5%
<b>t crítico</b>						
2,0739						

## Conclusões preliminares

Foi adotada para essa pesquisa uma escala de 0 a 100% para obtenção da média de acertos de cada um dos alunos participantes da atividade. De posse dos dados preliminares é possível concluir que a um nível de significância de 5%, aceita-se a Hipótese nula  $H_0$ , em que não existe diferença no resultado médio obtido pelos diferentes métodos de ensino. O fato de utilizar o simulador computacional de consumo de energia elétrica como instrumento de problematização inicial, em média produz os mesmos resultados se utilizados como instrumento de aplicação do conhecimento. Os resultados também indicaram que a nossa premissa inicial estava correta, isto é, por meio da simulação computacional os alunos dos grupos A e B avançaram nos conceitos

estudados durante a pesquisa. Também merece destaque a grande contribuição dada pela teoria dos momentos pedagógicos de Delizoicov na elaboração das sequências didáticas desenvolvidas, juntamente com os textos consultados para elaboração desse artigo.

## Agradecimentos e apoios

Para finalizar, o meu agradecimento aos participantes da pesquisa, que em todos os momentos demonstraram grande adesão e interesse em participar das atividades, vários deles manifestaram o interesse em utilizar o computador para aprender outros conceitos físicos, fato esse que serve de incentivo para buscar um aprofundamento no tema e abertura de possibilidade de novas pesquisas no assunto.

## Referências

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**: Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2000, 58 p.

CHIQUETTO, Marcos José. O currículo de física do ensino médio no Brasil: discussão retrospectiva. **Revista e-curriculum**, São Paulo, v.7 n.1 Abril/2011. Disponível em: <http://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum>. Acesso em 14/07/2015.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de Ciências Fundamentos e Métodos**. 4.ed. São Paulo: Cortez, 2011.

ELETROBRAS; FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS. **Simulador de consumo de energia elétrica**. Disponível em: <http://www.furnas.com.br/simulador/>. Acesso em: 31 jan. 2014.

LABURU, Carlos Eduardo; ARRUDA, Sérgio de Mello. **Reflexões Críticas sobre as Estratégias Instrucionais Construtivistas na Educação Científica**. Rev. Bras. Ensino Fís. vol.24 n°. 4 São Paulo 2002.

MACÊDO, Josué Antunes de; DICKMAN, Adriana Gomes; ANDRADE, Isabela Silva Faleiro de. Simulações Computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. Especial 1, p. 562-613, set., 2012.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MOREIRA, Marco Antônio. **Ensino de Ciências e de Matemática: resenhas e reflexões**, R. Bras. Est. Pedag., Brasília, v. 93, n. 234, [número especial], p. 486-501, maio/ago. 2012.

MUENCHEN, Cristiane; DELIZOICOV, Demétrio. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014.

SANCHES, Waltrudes Everton; SCHIMIGUEL, Juliano; ARAÚJO, Mauro Sergio Teixeira de. O uso de animações interativas no ensino dos conceitos da energia mecânica. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 21, n. 2, p. 1-11, 2013.

SEE/SP. Secretaria de Estado da Educação de São Paulo. Ciências da Natureza e suas Tecnologias. **Caderno do professor de Física**. 3ª série, v.1, São Paulo, 2009.