

# **ATIVIDADE EXPERIMENTAL E SIMULADORES DIDÁTICOS ON-LINE: IMPACTO NA APRENDIZAGEM DE FÍSICA**

**Niterói – RJ - 04/2015**

Rosane Margaritelli Moreira – Laboratório de Novas Tecnologias de Ensino (LANTE) - Universidade Federal Fluminense – [margaritelli@hotmail.com](mailto:margaritelli@hotmail.com)

Samira Pirola Santos Mantilla- Laboratório de Novas Tecnologias de Ensino (LANTE) - Universidade Federal Fluminense - [samiramantilla@yahoo.com.br](mailto:samiramantilla@yahoo.com.br)

## **CLASSE B**

### **Setor Educacional B**

#### **Classificação das Áreas de Pesquisa em EAD O**

#### **Natureza A**

### **RESUMO**

*Este trabalho objetivou analisar e comparar o impacto do uso de simulador didático on-line e da atividade experimental na aprendizagem de Física. Para tanto, foi montada uma sequência pedagógica em que simuladores didáticos e atividades experimentais foram aplicados em 6 turmas do ensino médio de uma escola estadual de São Paulo. De acordo com os resultados, observou-se que os simuladores didáticos permitem que os alunos tenham boa compreensão de conceitos abstratos, desde que trabalhados como proposto por Lunce (2006). Entretanto, nem todos os conceitos abordados nos simuladores foram aprendidos de forma significativa. Assim, apesar de seu grande valor didático, deve-se ficar atento aos resultados alcançados pelo uso dos simuladores.*

**Palavras chave: simuladores didáticos; transferência do conhecimento; física.**

## 1. Introdução

Atividades experimentais são práticas comuns em disciplinas de ciências naturais. Trabalhar em grupo; realizar o procedimento; tratar os dados obtidos; analisar os resultados, refletir sobre possíveis interferências e obter uma conclusão final são ações pertinentes ao método experimental. Tais conteúdos procedimentais fazem parte da formação do aluno. E na educação a distância? O que poderia ser utilizado para substituir a atividade experimental?

Mendes e Fialho (2004), pensando nos simuladores educacionais como uma forma de suprir as necessidades de cursos a distância em experimentos práticos, investigaram a eficiência didática e a aquisição de conhecimento proporcionada pelo uso de softwares simuladores. Os autores queriam obter elementos para um planejamento adequado ao desenvolvimento das habilidades e competências esperadas com a devida dosagem de teoria, experimentação real e simulada, já que os alunos devem desenvolver habilidades práticas necessárias para o bom desempenho profissional ao lidarem com situações reais. Para isso, analisaram dois grupos de alunos de graduação em Tecnologia Eletrônica: o primeiro realizou os experimentos simulados para depois realizar o mesmo experimento, real, em laboratório; o segundo fez o mesmo, mas em ordem inversa. Os autores concluíram que os simuladores se tornam complementos importantes ao processo cognitivo dos estudantes, pois os induzem a fazer inferências tanto no campo da interpretação e compreensão de conceitos quanto no campo das ações.

Porém, quando as habilidades desejadas não são tão específicas, haverá vantagens no uso de simuladores? Lunce (2006) defende seu uso na escola: os conhecimentos transmitidos nas aulas tradicionais estão dissociados das situações reais que os geraram, levando à desmotivação e prejudicando o aprendizado. Ao contextualizarem fenômenos reais, as simulações favorecem a aprendizagem situada: abordagem que crê que esta ocorre naturalmente quando o aprendiz reconhece a utilidade prática do conhecimento transmitido, e a necessidade de usá-lo para interpretar, analisar ou resolver problemas reais. Entretanto, para usufruir tudo o que a simulação potencialmente oferece, ele recomenda trabalhar com: treinamento, *scaffolding*, *feedback* e *debriefing*. Pelo glossário da reforma educativa americana, *scaffolding* (andaime em

inglês), é uma estratégia em que se fornecem níveis sucessivos de apoio temporário ao aluno para que este possa atingir níveis elevados de compreensão e desenvolver habilidades. Já *debriefing* (questionamento) é uma estratégia em que o instrutor, após uma experiência prática, faz perguntas adequadamente encadeadas para que os participantes possam refletir sobre a experiência, propiciando-lhes importantes *insights* sobre a mesma (LUNCE, 2006).

Assim, o objetivo do presente estudo foi analisar e comparar o impacto do uso de um simulador didático on-line e de uma atividade experimental na aprendizagem do tema “Energia, Formas e Conservação” da disciplina de Física.

## **2- Metodologia**

Inspirando-se nas pesquisas realizadas por Mendes e Fialho (2004) e Lunce (2006), realizou-se um estudo em 2014, com o uso de simulador didático on-line em 6 salas de primeiro ano (nomeadas, aqui, de turmas A a F) de uma escola pública de Ensino Médio na capital paulista. Montou-se uma sequência didática em que um simulador e uma atividade experimental foram escolhidos entre os disponíveis nos sites de conteúdos abertos sobre o tema ‘Energia, Formas e Conservação’, previsto no planejamento de Física. Buscou-se realizar a pesquisa da forma menos invasiva possível, seguindo o curso e a rotina escolar. Na primeira aula, foi introduzido o tema “Energia” para todas as 6 salas, com a apresentação de vídeos e uma demonstração prática. Na segunda aula, as turmas A, B e C fizeram a atividade experimental e as D, E e F, usaram o simulador. Na aula seguinte, inverteram-se as atividades. Foram aplicadas questões ao final de cada atividade para observar a aprendizagem gerada, e, em outros momentos, para avaliar a transferência de conhecimento.

### **2.1 - Atividade Experimental - O Experimento das Garrafas**

Os alunos das turmas A, B e C foram levados ao laboratório e divididos em 3 grupos para realizar o experimento das garrafas (Figura 1), uma adaptação do experimento Pêndulo de Newton. Foram distribuídas três garrafas de água a cada grupo, sendo 2 parcialmente cheias (200 ml) e 1 cheia

(500 ml). Em um primeiro momento, as garrafas parcialmente cheias foram penduradas em um barbante esticado e uma delas posta a oscilar: quando uma parava, a outra começava a oscilar, alternando-se sucessivamente suas oscilações. Com isto, pretendeu-se que os alunos entendessem que a energia se transfere de uma a outra garrafa. Em um segundo momento, pendurou-se a garrafa cheia e a parcialmente cheia. Ao mover a cheia, observou-se que quando a cheia parava, a mais leve oscilava com amplitude maior. Com isso os alunos poderiam perceber que a de maior massa apresenta maior energia, transferida à menor. Em um terceiro momento, as 3 garrafas foram penduradas: quando a cheia parava, as garrafas parcialmente cheias oscilavam com amplitude semelhante à da garrafa cheia. Esse procedimento foi feito para verificar se os alunos abstraíram o princípio da conservação de energia. Para tanto, foi solicitado que respondessem um questionário contendo as seguintes perguntas abertas:

1- No caso de duas garrafas com mesma quantidade de água. O que acontece quando vocês colocam uma delas em movimento?

2- No caso de duas garrafas penduradas com quantidades diferentes de água. O que acontece quando vocês colocam a mais leve em movimento? E a mais pesada?

3- E no caso de três garrafas? O que vocês observaram? Em todos estes experimentos, o que está acontecendo com a energia?

As respostas foram corrigidas e classificadas em: adequadas/corretas; em branco ou inadequadas/incorretas. No outro dia, esse mesmo experimento e perguntas foram aplicados aos alunos das turmas D, E e F



Figura 1. Ilustração do experimento das garrafas. Fonte própria.

## 2.2- Os Simuladores Didáticos

Foi utilizado o simulador “Parque Energético para Skatistas”, obtido no site da Universidade do Colorado ([https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/)). Os alunos das turmas D, E e F foram levados ao laboratório de informática e divididos em duplas. No simulador é possível alterar a forma e posição da pista; observar a

altura máxima atingida, a cada lado da pista, pelo skatista; incluir ou não o atrito; observar as energias do skatista em tempo real e em um ponto de sua trajetória ao habilitar o gráfico de energias.

Durante a utilização do simulador, foram apontados para as duplas os parâmetros a serem modificados, o gráfico de energias e os aspectos a serem observados (*scaffolding*) para que pudessem abstrair a conservação de energia mecânica na ausência de atrito, com a interconversão entre energia cinética e energia potencial gravitacional, e a transformação da energia cinética em calor, na presença de atrito. O gráfico de energias fornece os valores das energias cinética, potencial gravitacional, térmica (calor) e total, em tempo real, e juntamente com a observação do movimento do skatista, é, em tese, possível aos alunos relacionar os parâmetros modificados com os efeitos provocados. Após o uso do simulador, os alunos responderam às seguintes perguntas abertas:

1- Quando o skatista está parado no ponto mais alto da pista, que tipo de energia ele tem? E no ponto mais baixo da pista?

2- Quando não há atrito, o que acontece com as energias potencial gravitacional e cinética ao longo de todo percurso?

3- Quando há atrito: o que acontece com sua energia? Em que forma de energia é transformada?

As respostas foram corrigidas e classificadas em: adequadas/corretas; em branco ou inadequadas/incorretas. No outro dia, esse mesmo experimento e perguntas foram aplicados aos alunos das turmas A, B e C.

### **2.3- Transferência do Conhecimento**

Para investigar em que medida a atividade experimental e o simulador didático on-line auxiliam na transferência do conhecimento, pediu-se aos alunos que respondessem questões sobre uma situação análoga à retratada no simulador: uma criança brincando em um balanço. As turmas D e E responderam essas questões após o uso do simulador, mas, antes da atividade experimental; as turmas A e B, após a atividade experimental, mas, antes do simulador e; as turmas C e F, responderam após ambos os recursos. O enunciado da pergunta foi: “Quando uma criança brinca em um balanço e ela

não toma impulso com as pernas, ela vai subindo, em cada volta, cada vez mais baixo, até finalmente parar. Lembrando: chamamos de **energia cinética** a energia associada ao movimento e de **energia potencial gravitacional** à energia associada ao campo gravitacional no qual o objeto está e a sua altura em relação ao chão. Pense e responda:

- a) Quando a criança é solta pelo adulto de certa altura, ela tem energia potencial gravitacional? E energia cinética (no instante em que a soltamos ela ainda está parada)?
- b) Conforme a criança cai, ela vai ganhando energia\_\_\_\_\_ e vai perdendo energia \_\_\_\_\_.
- c) Quando ela atinge a parte mais baixa de sua trajetória, ele tem energia potencial gravitacional? E cinética?
- d) Conforme ela vai e vem, ouvimos o barulho do balanço e há atrito entre a corrente e o suporte. Que energias estão relacionadas ao barulho e ao atrito? De onde vieram?
- e) Por que, então, o balanço não sobe até a mesma altura de que foi lançada?"

As respostas foram corrigidas e classificadas em: parcialmente corretas; corretas ou incorretas/dúbias/em branco.

### **3. Resultados e Discussão.**

#### **3.1. Atividade experimental**

Os alunos compreenderam, em sua maioria (82%), que a energia transfere-se alternadamente de uma garrafa a outra e 75% dos alunos compreenderam que a garrafa com maior massa possui mais energia que a de menor massa. Entretanto, observar as 3 garrafas (3º momento do experimento) não trouxe benefícios adicionais, pois a percentagem de acertos sobre a conservação da energia caiu para 58%. Ou seja, esse 3º momento confundiu os alunos em vez de confirmar o que tinham percebido nos dois primeiros momentos. Os dois primeiros momentos do experimento apresentam etapas bem demarcadas: enquanto a oscilação de uma garrafa é reduzida, a da outra é aumentada, e assim, sucessivamente. Porém, quando há 3 garrafas, dependendo de qual(is) é(são) movida(s) inicialmente, teremos um

comportamento menos marcante para as demais. Isto sugere que esta imprecisão nas etapas do fenômeno observado dificulta a abstração e compreensão do mesmo.

Os alunos associaram a energia da garrafa com a amplitude de sua oscilação: quanto mais alto subia, mais energia tinha. Em nenhum momento conseguiram distinguir entre energia cinética e energia potencial gravitacional, fato patente nas turmas que realizaram primeiro a atividade experimental. Para estas, a energia é algo indistinto e amorfo, o que dificultou que abstraíssem o princípio de conservação de energia em sua abrangência, pois este aponta para a interconversão entre estas energias, na ausência de atrito.

### **3.2. Uso de Simuladores**

De acordo com a correção das respostas ao questionário, observou-se que a maioria dos alunos (62%) entendeu que a energia cinética torna-se nula e é convertida em calor quando há atrito. Como os alunos acompanharam as alterações de cada forma de energia no gráfico de energias, com e sem atrito, ao longo do percurso, verificou-se que o planejamento e a execução desta etapa favoreceram esta compreensão. A maioria dos alunos (84%) também entendeu a interconversão entre energia potencial e cinética, índice alto para quem não distinguia uma energia da outra no experimento das garrafas, indicando que a manipulação virtual e a visualização do gráfico de energias em tempo real auxiliaram na percepção e construção destas ideias.

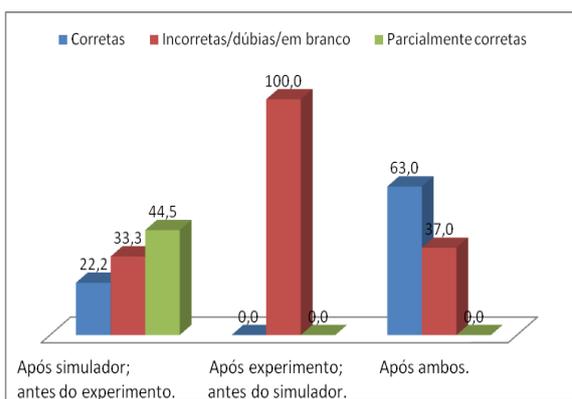
Quanto à capacidade de identificar pontos máximos de energia cinética e potencial gravitacional, 64% o fizeram. É provável que os demais alunos (36%) não observaram com clareza, pois o simulador não pausa quando atinge estes pontos. Deveria ter sido solicitado aos alunos que pausassem o simulador quando o skatista atingisse esses pontos extremos, registrando os valores da energia cinética e da potencial gravitacional marcados no gráfico de energias. Ou seja, faltou este degrau na escada (*scaffolding*)!

### **3.3. Transferência do Conhecimento.**

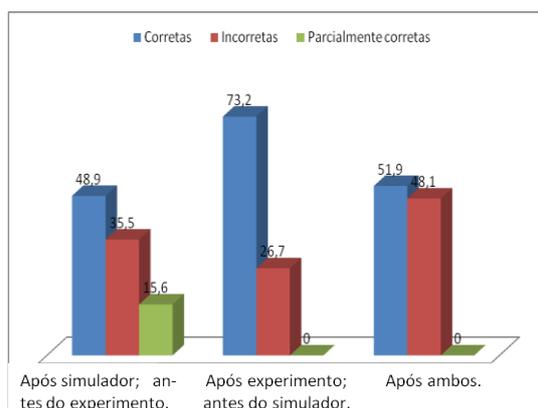
Os resultados podem ser visualizados nos Gráficos 1, 2, 3 e 4. No Gráfico 1, verifica-se que todos os alunos que realizaram apenas a atividade

experimental (100% deles) não conseguiram identificar que no ponto mais alto atingido pelo balanço, tem-se apenas energia potencial gravitacional. Esse resultado corrobora com a análise anterior, onde os alunos que fizeram o experimento não tinham clareza sobre as formas de energia presentes, possuindo um conceito difuso sobre energia associado à oscilação. Neste mesmo gráfico, observa-se que em torno de 66% dos alunos que realizaram apenas o simulador, e a maioria (63%) dos alunos que realizaram ambas as atividades apresentaram respostas corretas ou parcialmente corretas.

Analisando-se o Gráfico 2, observa-se que a maioria dos alunos que realizou somente o experimento (73%) compreendeu que na parte mais baixa há energia cinética, indicando que a oscilação é percebida como energia cinética, não como interconversão entre energia cinética e potencial. Comparando com os alunos que realizaram apenas a atividade do simulador, observa-se que apenas 48,9% dos alunos apresentaram respostas corretas.



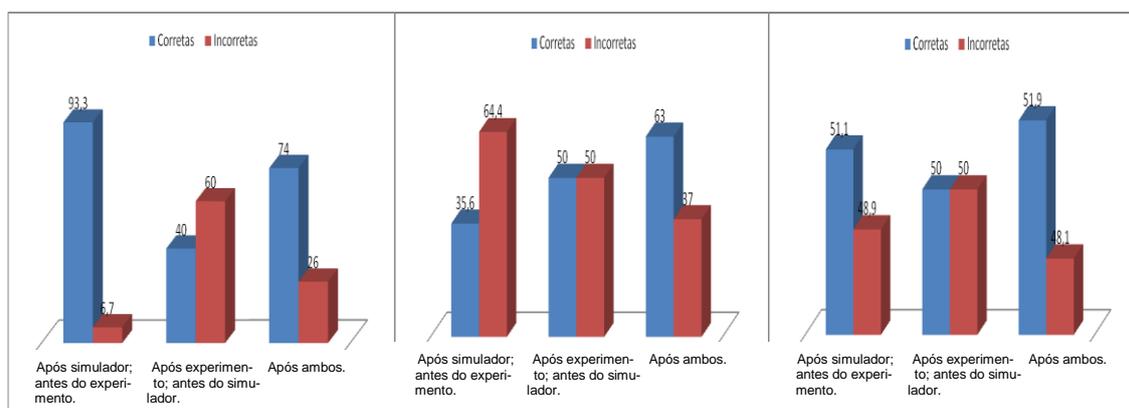
**Gráfico 1.** Identifica a energia apresentada pela criança quando no ponto mais alto.



**Gráfico 2.** Identifica a energia apresentada pela criança quando no ponto mais baixo.

No Gráfico 3 é notável a diferença nos valores percentuais: o simulador, por suas características, possibilita que o aluno compreenda que, ao longo do movimento do objeto, mesmo em situação diferente da pista de skate, a energia cinética transforma-se em potencial gravitacional e vice-versa. Porém, ao observarmos os valores encontrados quando ambos os recursos são utilizados, podemos concluir que ou o experimento obscurece a ideia de interconversão de energias a ponto de prejudicar aquilo que foi visto antes no simulador, ou isto deve-se, também, à diferença de desempenho das turmas.

Os resultados do Gráfico 4 são inesperados, pois o simulador mostra explicitamente um gráfico de barras que fornece a cada instante o valor das energias, incluindo o calor. Chamamos a atenção dos grupos quanto ao aumento gradativo do calor enquanto o skatista se movia, acompanhada da redução de energia cinética e perda na altura máxima atingida pelo mesmo, quando há atrito. Porém, o simulador foi o que trouxe pior desempenho na transferência desta ideia. Eles tiveram maior dificuldade em identificar, na situação do balanço, a presença do calor. Quanto ao experimento, os barbantes que prendiam as garrafas não se aqueceram e, ninguém sequer cogitou algo a respeito do calor, o que não explica o melhor desempenho dos alunos que realizaram apenas o experimento, na compreensão desta questão.



**Gráfico 3.** Entende que a energia cinética converte-se em potencial gravitacional ao longo da trajetória.

**Gráfico 4.** Identifica energia sonora e calor e compreende que estas surgem devido à presença de atrito.

**Gráfico 5.** Entende que a perda de altura se deve à conversão de energia cinética na forma de calor devido ao atrito.

Quanto à compreensão de que a criança perde gradativamente altura, devido à dissipação da energia cinética pelo atrito, verifica-se, no Gráfico 5, que esta ocorreu com cerca de 50% dos alunos, seja para as salas que realizaram apenas o experimento, apenas o simulador ou ambos. Porém, pelo trabalho prévio com o simulador, esperava-se que este permitisse melhor desempenho nesta questão. Por isso, sugere-se que, apesar do simulador mostrar a perda de altura e energia cinética com sua conversão gradativa em calor, isto não foi capaz de gerar aprendizagem, já que os alunos não conseguiram transferir tais ideias para uma situação similar nova.

## 5. Considerações Finais

Comparando a atividade experimental com o simulador didático, verificou-se que o último possui recursos que certamente favoreceram os alunos a entender a interconversão entre energias cinética e potencial gravitacional, que nem sequer foram identificadas durante o experimento. Além disso, com o simulador os alunos conseguiram compreender mais facilmente o princípio de conservação da energia.

Conclui-se que trabalhar adequadamente com um simulador, pressupõe seguir os passos de Lunce (2006): treinamento prévio, trabalhar em degraus (*scaffolding*), *feedback* e *debriefing*. Mas, mesmo quando oferecemos os “degraus” necessários, estes podem não ser suficientes. Verificou-se que, mesmo com todos seus recursos, nem sempre o simulador garantiu a transferência de conhecimento, entendendo esta como a compreensão de uma situação similar, não idêntica, que envolve conceitos já estudados. Estas são situações em que a lógica do adulto parece estar longe da lógica do adolescente. Aquilo que nos é óbvio, não parece ser para os alunos. Tal recurso não conseguirá atingir seu objetivo se não conhecermos melhor como os jovens aprendem. Assim, ainda que o simulador tenha sido capaz de favorecer a compreensão de muitos conceitos e processos importantes, e seu uso deve ser estimulado, contrariando nossa expectativa, nem sempre favorece a transferência do conhecimento. Precisamos testá-los a fundo e analisar onde ocorrem lacunas na aprendizagem. Os professores e designers precisam estar atentos a isto quando planejam suas aulas.

## 6. Referências

LUNCE, L. M.. Simulations: bringing the benefits of situated learning to the traditional classroom. **Journal of Applied Educational Technology**, v.3, n.1, spring/summer, 2006. Disponível em: <[http://www.eduquery.com/jaet/JAET3-1\\_Lunce.pdf](http://www.eduquery.com/jaet/JAET3-1_Lunce.pdf)> Acesso em: 20 jul.2014.

MENDES, M. A. e FIALHO, F. A. P. **Avaliação de Simuladores Aplicados na Educação Tecnológica a Distância**. ABED, abril, 2004. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2004/por/html/036-TC-B1.htm>>. Acesso em: 17 jul. 2014.