

A SIMULAÇÃO MASSA-MOLA DO PHET COMO AUXÍLIO PARA A APRENDIZAGEM DA FORÇA ELÁSTICA (LEI DE HOOKE)

Benjamim Nunes de OLIVEIRA¹,
Kleber Cavalcanti SERRA²,

Resumo

Este trabalho apresenta um estudo de caso sobre o uso da simulação Massa-Mola do PhET como forma de auxiliar os alunos na aprendizagem da Força Elástica. Dessa forma, o objetivo foi comprovar a eficácia dessa simulação como uma ferramenta importante para a aprendizagem desse conteúdo, não devendo ser considerada como única e sim mais uma possibilidade metodológica. Para isso, foi feita uma comparação entre duas turmas do 9º ano do ensino fundamental de uma escola do município de Messias-AL, onde em uma das turmas utilizou-se a simulação computacional e na outra não, no intuito de verificar se efetivamente o uso dessa simulação poderá auxiliar os alunos na aprendizagem desse conteúdo. Neste sentido, é importante para que ocorra uma aprendizagem significativa, um bom planejamento das aulas por parte do professor, buscando sempre formas para auxiliar seus alunos na busca do conhecimento. Verificamos uma significativa melhora em diversos aspectos da aprendizagem para os alunos a partir da utilização da simulação computacional Massa-Mola do PhET, principalmente no que diz respeito à resolução de cálculos matemáticos.

164

Palavras Chave: motivação, ensino-aprendizagem, simulações computacionais.

Introdução

A forma pouco motivadora, de apresentar a Física é uma das razões para que os alunos não se interessem muito por ela. Nesse contexto, são necessárias alterações metodológicas que permitam um ensino mais atraente e significativo. Segundo Coelho (2002, p.39) as simulações possibilitam uma maior conexão entre o estudo do fenômeno físico de maneira teórica em sala de aula e os experimentos em um laboratório virtual, pois permitem que os resultados sejam visualizados, inúmeras vezes, possibilitando um melhor entendimento das variáveis envolvidas.

¹ Graduado em Licenciatura em Física, UFAL. Especialização em Mídias na Educação, UFAL. Mestrando em Ensino de Ciências e Matemática, UFAL. Professor de Física e Matemática do Centro Educacional Luiz de Amorim Leão. Email: benfisico@yahoo.com.br

² Graduado em Física, UFC. Mestrado em Física, UFC. Doutor em Física, UFC. Atualmente é professor associado da Universidade Federal de Alagoas.

No intuito de melhorar a prática de ensino e auxiliar a aprendizagem dos alunos, as simulações de Física podem ter um papel importante nesse processo. Nesse sentido, Tavares (2008, p.105) ressalta que as simulações computacionais podem colaborar para a melhoria do ensino de Física ao facilitar a animação de alguns sistemas. Diante disso, um bom exemplo são as simulações computacionais do PhET.

O PhET é um programa da Universidade do Colorado (EUA), que pesquisa e desenvolve simulações na área de ensino de ciências e as disponibiliza em seu portal, para serem usadas on-line ou serem baixadas gratuitamente pelos usuários, os quais podem ser alunos, professores ou mesmo curiosos. Nas simulações, esse grupo procura conectar fenômenos diários com a ciência que está por trás deles, oferecendo aos alunos, modelos fisicamente corretos de maneira acessível. Dessa forma, será que a simulação computacional Massa-Mola do PhET, pode desempenhar um papel importante e motivador no auxílio e desenvolvimento de uma aprendizagem significativa do conteúdo Força Elástica para os alunos do 9º ano do Ensino Fundamental na disciplina de Física?

Simulações computacionais no ensino de física

No contexto atual da educação, professores e alunos acreditam que o computador está revolucionando a sala de aula, auxiliando no ensino-aprendizagem, criando motivação para a formação de habilidades, isto quando o equipamento está programado para a educação escolar (COX, 2003, p.19). Diante disso, seria bastante relevante para o ensino-aprendizagem de Física, que professores e alunos, estivessem motivados durante todo esse processo, e uma opção interessante para motivá-los poderia ser o uso de simulações computacionais, possibilitando um auxílio muito rico para a visualização dos fenômenos físicos.

Promover e oportunizar de maneira planejada a utilização de novas ferramentas pedagógicas e inovadoras na construção e socialização do conhecimento é fundamental para que professores e alunos estabeleçam uma relação de interação mútua entre ambos, garantindo uma harmonia no intuito de desenvolver habilidades importantes na resolução de problemas. No estudo da Física como em qualquer outra ciência, é importante tornar a aprendizagem mais prazerosa para que os alunos possam encontrar na escola muito além do quadro de giz, cadernos, lápis, borrachas e livros. Nesse sentido as simulações computacionais podem

promover um ensino-aprendizagem mais dinâmico e atraente, pois, segundo Machado e Nardi (2006, p.475-476) com a utilização de imagens, animações, filmes e sons, a informação é apresentada segundo múltiplas representações, ampliando as possibilidades da associação pertinente dos conceitos na estrutura cognitiva do estudante.

Sabendo-se que as simulações são um dos mais importantes objetos de aprendizagem, temos ainda uma pouca utilização das mesmas em nossas escolas do ensino fundamental e médio.

A utilização das simulações computacionais pode contribuir como estratégia de motivação no processo de ensino-aprendizagem de Física. Logo, uma determinada simulação computacional pode ser usada pelo professor como ferramenta de auxílio ao ensino, mas deve-se assegurar que os aprendizes saibam que a simulação de forma virtual de um fenômeno não complementa todas as propriedades de uma experiência no mundo real (MEDEIROS e MEDEIROS, 2002, p.81).

Há vários materiais disponíveis quanto às simulações computacionais, especialmente nos chamados repositórios, como por exemplo, o PhET. Contudo pouca utilidade terá esse material caso o aluno não seja convocado a explorá-lo de modo a responder perguntas que lhe façam sentido, que tenham relação com o seu mundo vivencial, desenvolvendo uma noção de como o conhecimento científico é construído, quais as condições em que o modelo computacional subjacente à simulação pode ser considerado adequado para descrever um determinado fenômeno físico.

O simulador massa-mola do PhET e a força elástica

A simulação do software “Massa-Mola” do PhET (**Figura 1**), foi escolhida para ser usada nesta pesquisa. Esta simulação permite o conhecimento interativo do conteúdo “Força Elástica”, “Movimento Harmônico Simples” e “Energia Mecânica”, mas neste trabalho focamos apenas no conteúdo de “Força Elástica”.

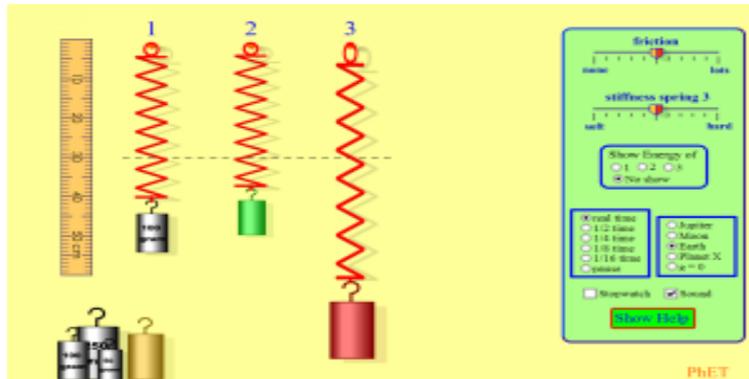


Figura 1: Ambiente inicial do Software Massa-Mola do PhET (Fonte: PhET Interactive Simulation)

Essa simulação permite analisar a Força Elástica e outros conceitos importantes, em ambientes com aceleração da gravidade diferentes, tais como: Marte, Júpiter, Terra e Lua. Cada ambiente com a sua aceleração da gravidade característica, mas é relevante lembrar que toda simulação requer um contexto especial de análise em que a situação analisada faz parte de um modelo que apenas simula um determinado fenômeno. Numa situação real precisamos levar em consideração o quanto à mola irá se deformar, pois essa deformação não deverá ultrapassar um determinado limite, podendo causar até o rompimento desse material ou mesmo, não voltar ao seu estado natural inicial.

A simulação Massa-Mola do PhET pode ser de grande valia para o estudo da Lei de Hooke, que está relacionada à elasticidade de corpos e consiste em uma relação de proporcionalidade entre a força aplicada em um material elástico e a deformação sofrida por este, ou seja, a constante elástica desse material é igual a razão entre a força aplicada e a deformação sofrida pelo material ($k = F_{el} / x$). A Força Elástica é uma força restauradora, ou seja, sempre contrária a uma outra força que esteja atuando no material (mola ou qualquer corpo elástico).

O gráfico abaixo (**Figura 2**) mostra a relação de proporcionalidade entre a força elástica (F_{el}) e a deformação (x).

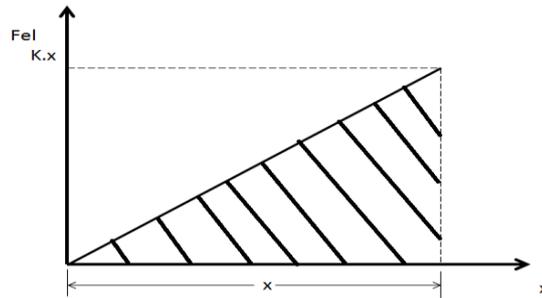


Figura 2: Gráfico da Força Elástica versus deformação
(Fonte: LENÇE, 1993).

Estando uma mola, ou outro material elástico em seu estado relaxado, e sendo uma das extremidades mantida fixa, aplicando-se uma força (F) à sua extremidade livre, poderemos observar uma certa deformação na mola. O físico Robert Hooke (1635-1703, Inglaterra) estabeleceu uma Lei, a qual relaciona a Força Elástica (F_{el}), reação causada pela força aplicada, e a deformação da mola (x).

Metodologia

A pesquisa desenvolvida se propôs a verificar se a utilização da simulação “Massa-Mola do PhET”, poderá auxiliar os alunos na aprendizagem da Força Elástica. Essa simulação dá um dinamismo maior ao estudo desse conteúdo, que geralmente é mostrado para eles de forma muito estática e sem conexão com o seu cotidiano.

Este trabalho foi desenvolvido com duas turmas do 9º ano do ensino fundamental do Centro Educacional Municipal Luiz de Amorim Leão (CEMLAL), localizada na cidade de Messias-AL. Para realizar esse trabalho foram utilizadas duas turmas do Ensino Fundamental do 9º ano, mas infelizmente nem todos os alunos dessas turmas quiseram participar dessa pesquisa. Assim, apenas 10 alunos em cada uma das turmas quiseram contribuir para essa pesquisa. As turmas foram denominadas por turma A (esta turma não utilizou a simulação computacional) e turma B (esta turma utilizou a simulação computacional).

Para uma das turmas (turma B) foi aplicada a simulação computacional Massa-Mola do PhET (**Figura 3**), que é um programa da Universidade do Colorado que pesquisa e desenvolve simulações na área de ensino de ciências (<http://phet.colorado.edu>) e as disponibiliza em seu portal, para serem usadas on-line ou serem baixadas gratuitamente pelos usuários, os quais podem ser alunos, professores ou mesmo curiosos.



Figura 3. Uso da simulação computacional Massa Mola do PhET para os alunos da Turma B.

Nas simulações, esse grupo procura conectar fenômenos diários com a ciência que está por trás deles, oferecendo aos alunos, modelos fisicamente corretos de maneira acessível. A aplicação da simulação computacional nessa turma teve o intuito de se verificar se há uma melhora na aprendizagem ou não, em relação ao conteúdo Força Elástica (Lei de Hooke). Para a outra turma, foi realizado um mesmo tipo de aula, entretanto, sem o uso desta simulação computacional.

Na primeira etapa do trabalho foi feita uma análise sobre os conhecimentos prévios dos alunos das duas turmas do 9º ano, através de um pré-teste, onde eles responderam a questões relacionadas à Força Elástica e em seguida foi proposto que os alunos fizessem um levantamento de algumas situações do seu dia a dia onde a Força Elástica estivesse atuando para serem debatidas no encontro seguinte.

Na segunda etapa do trabalho foram debatidas as situações em que ocorre a Força Elástica de acordo com o levantamento feito pelos alunos no encontro anterior nas duas turmas do 9º ano. Também foi feita a exposição do conteúdo Força Elástica e suas aplicações, sendo que, em uma das turmas foi utilizada a simulação computacional Massa-Mola do PhET e com a outra turma não foi utilizada. Nesse encontro foram realizados alguns exercícios relacionados a esse conteúdo com as duas turmas, sendo que, em uma delas, os exercícios foram feitos com a utilização da simulação computacional e na outra turma não se utilizou dela.

Na terceira etapa do trabalho, foi aplicado um questionário avaliativo nas duas turmas (A e B), no intuito de verificar se, efetivamente, ocorreram diferenças significativas quanto a aprendizagem dos alunos que utilizaram a simulação computacional Massa-Mola do PhET,

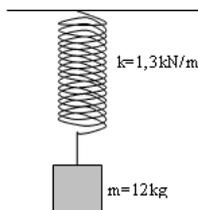
em relação aos que não a utilizaram. Os alunos das duas turmas fizeram este questionário sem a utilização de calculadoras e celulares, assim, também pudemos observar as dificuldades deles em relação a algumas operações matemáticas utilizadas para a resolução de exercícios do conteúdo abordado.

Resultados

A aplicação da simulação computacional em uma das turmas (Turma B), do 9º ano do Centro Educacional Luiz de Amorim Leão (CEMLAL), evidenciou uma significativa melhora na aprendizagem dos alunos em relação ao conteúdo Força Elástica, em todos os aspectos observados ao longo da realização da pesquisa, como pode ser verificado a seguir:

(Questão 1). Em nosso cotidiano as molas estão presentes em diversos objetos, mas às vezes nem nos damos conta disso, quando chega carne no açougue, por exemplo, o seu peso é medido através de uma balança de mola semelhante à figura abaixo. Sabendo que um corpo entra em equilíbrio quando a resultante das forças que atua sobre ele for nula. Considerando a figura abaixo:

Dado: $1\text{kN} = 1000\text{N}$



Qual será a deformação (x) na mola quando o sistema estiver em equilíbrio?

Em relação à questão inicial, que trata da capacidade dos alunos em calcular a deformação de uma mola num sistema em equilíbrio, verificou-se que aqueles que tiveram acesso à simulação computacional Massa-Mola do PhET (Turma B), apresentaram um rendimento superior em relação à turma que não teve esse acesso (Turma A), como pode ser verificado no **Gráfico 1**, ou seja, um número bem maior de alunos conseguiram responder corretamente a questão quando utilizaram a simulação computacional durante a aula.

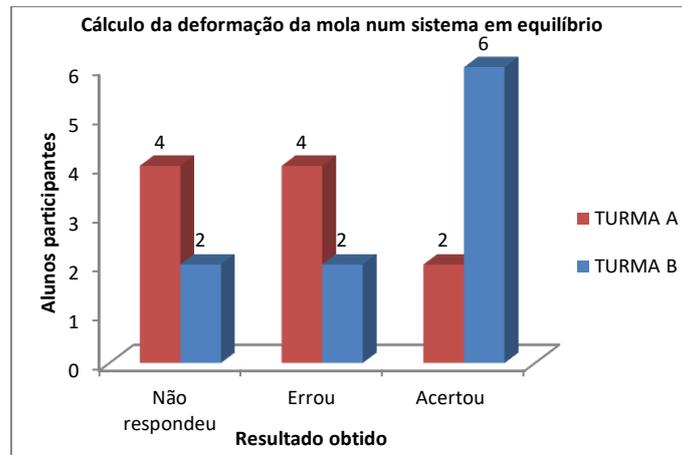
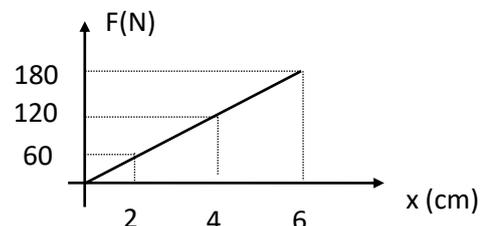


Gráfico 1. Resultado obtido da aplicação de questionário (questão nº 1) em salas de aula, referente à capacidade dos alunos em calcular a deformação da mola em um sistema em equilíbrio.

(Questão 2). Em uma competição para verificar quem seria o aluno mais forte de uma escola, cada um deles aplicou força de tração em uma mola que obedece a lei de Hooke. O gráfico da figura indica o módulo da força tensora F em função da deformação x . Faça uma análise do gráfico e determine:

- a constante elástica da mola;
- a deformação quando $F=270N$.



Outra questão apresentada aos alunos desta pesquisa diz respeito à interpretação de gráficos cartesianos que envolvem a (Força Elástica x deformação), onde foi verificado que aqueles que tiveram acesso à simulação computacional apresentaram uma pequena melhora nos resultados (Turma B) em relação aos que não tiveram (Turma A), entretanto, também foi constatado que a interpretação de gráficos foi uma dificuldade para os alunos desta pesquisa, visto que, 50% do total de alunos das duas turmas, sequer tentou responder a questão (Gráfico 2).

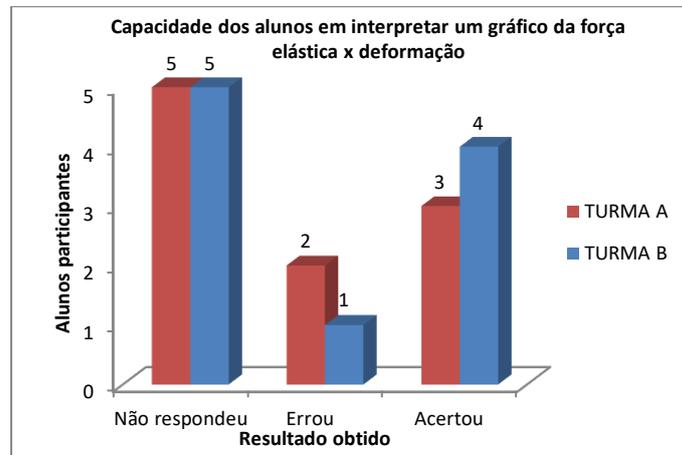


Gráfico 2. Resultado obtido da aplicação de questionário (questão nº 2) em salas de aula, referente à capacidade dos alunos em interpretar um gráfico da Força Elástica x Deformação.

(Questão 3). Em uma experiência na escola um grupo de alunos mediu o comprimento inicial de uma mola, logo depois a penduraram em um suporte no teto da sala e em sua extremidade inferior colocaram um corpo de massa 10 kg. Após o equilíbrio ser atingido, eles fizeram nova medida da mola e constataram que ela foi distendida em 20 cm. Qual o valor da constante elástica dessa mola? Adote: $g = 10 \text{ m/s}^2$.

172

Considerando às respostas dos alunos em relação ao cálculo da constante elástica da mola (Questão 3) num sistema em equilíbrio, verificou-se que não houve grandes alterações entre as duas turmas (A e B), verificando-se ainda o elevado número de alunos que não responderam e/ou que erraram a questão (**Gráfico 3**).

A maior parte dos alunos que erraram essa questão foi devido à dificuldade em perceber que deviam fazer uma conversão de unidades de medida e também se pode atribuir o baixíssimo número de acerto dessa questão (apenas um aluno), ao fato da grande dificuldade deles em realizar as operações de multiplicar e dividir, tanto para os alunos que receberam a simulação computacional (Turma A), como os que não receberam (Turma B).

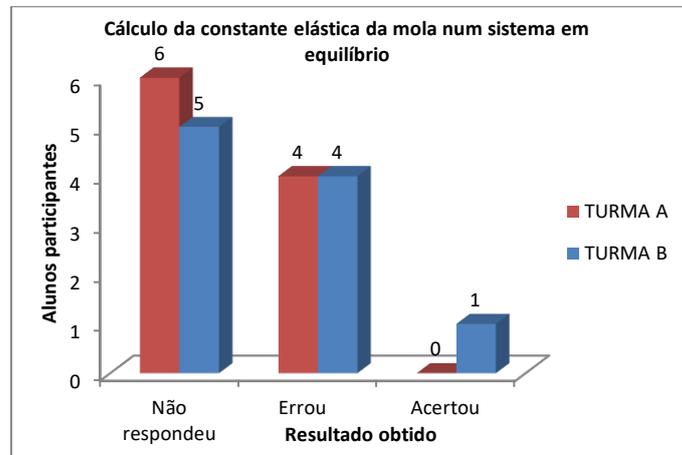


Gráfico 3. Resultado obtido da aplicação de questionário (questão nº 3) em salas de aula, referente à capacidade dos alunos em calcular a constante elástica da mola num sistema em equilíbrio.

(Questão 4). Durante os exercícios de força realizados por um corredor, é usada uma tira de borracha presa ao seu abdome. Nos arranques, o atleta obtém os seguintes resultados:

semana	1	2	3	4	5
$\Delta X(\text{cm})$	20	24	26	27	28

onde ΔX é a elongação da tira.

Sabendo-se que a constante elástica da tira é de 3 N/cm e que obedece à Lei de Hooke, a máxima força atingida pelo atleta é, em N:

- a) 9,3 b) 176 c) 1760 d) 840 e) 84

O Gráfico 4 mostra o desempenho dos alunos da Turmas (A e B) em relação ao cálculo da Força Elástica a partir da análise dos dados de uma tabela (questão 4), constatou-se que boa parte deles conseguiram finalizar corretamente a questão. O cálculo para a resolução dessa questão foi relativamente simples de ser feito, pois, o aluno não precisava fazer nenhuma mudança de unidades de medida, tinha apenas que entender de acordo com as informações da figura, que deveria usar apenas o valor referente ao valor máximo da deformação, fazendo uma simples multiplicação com o valor da constante elástica da mola para obter o resultado da força elástica máxima. Ainda assim, muitos alunos erraram ou não executaram a resolução da questão, evidenciando-se dificuldades na interpretação de tabelas.

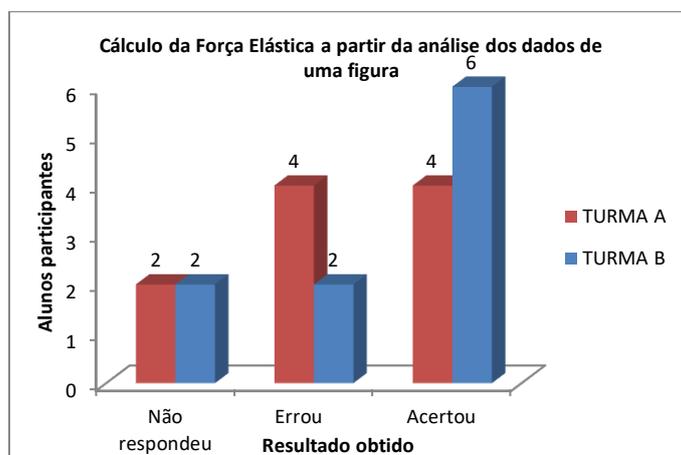


Gráfico 4. Resultado obtido da aplicação de questionário (questão n° 4) em salas de aula, referente à capacidade dos alunos em calcular a Força Elástica em uma mola a partir dos dados de uma figura.

(Questão 5). A tabela apresenta a força elástica e a deformação de 3 molas diferentes.

Mola	Força elástica (N)	Deformação (m)
1	400	0,50
2	300	0,30
3	600	0,80

Comparando-se as constantes elásticas destas 3 molas, tem-se que:

- $K_1 > K_2 > K_3$.
- $K_2 > K_1 > K_3$.
- $K_2 > K_3 > K_1$.
- $K_3 > K_2 > K_1$.

Não foram observadas diferenças significativas entre as duas turmas avaliadas (A e B) quanto ao cálculo da constante elástica a partir de dados de uma tabela (questão 5). Tanto os alunos que tiveram acesso à simulação computacional conseguiram (70%) solucionar a questão, quanto os que não tiveram, assim como, um pequeno número de alunos de ambas as turmas não responderam ou erraram a questão (**Gráfico 5**). Isso pode ter ocorrido pelo fato da questão ter sido apresentada no formato de múltipla escolha e não ter necessidade de apresentação dos cálculos.

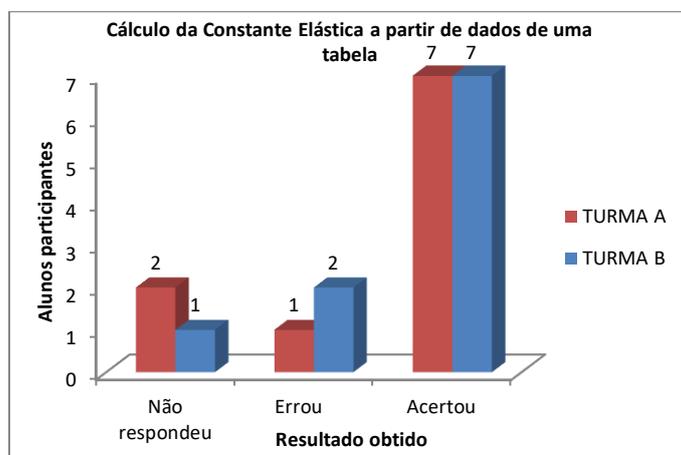


Gráfico 5. Resultado obtido da aplicação de questionário (questão nº 5) em salas de aula, referente à capacidade dos alunos em calcular a constante elástica em uma mola a partir dos dados de uma figura.

(Questão 6). Uma simulação computacional consiste na utilização de certas técnicas matemáticas, empregadas em computadores, as quais permitem imitar o funcionamento de, praticamente qualquer tipo de operação ou processo do mundo real, ou seja, é o estudo do comportamento de sistemas reais através do exercício de modelos. Em sua opinião, o uso de uma simulação computacional poderia ajudar no ensino-aprendizagem dos conteúdos de Física, visto que elas podem tornar uma situação estática de sala de aula em uma situação dinâmica?

- () Sim
() Não
() Tanto faz

Os alunos do 9º ano do Ensino Fundamental da Escola Municipal Luiz de Amorim Leão, localizada no Município de Messias–AL, avaliaram como positivo o uso de simulações computacionais para auxiliar na aprendizagem dos conteúdos de ciências. O gráfico 6 mostra que, tanto os que utilizaram a simulação, quanto os que não utilizaram, apoiam o seu uso, evidenciando-se a importância do uso dessa ferramenta como forma complementar no alcance de melhores resultados em relação à aprendizagem.

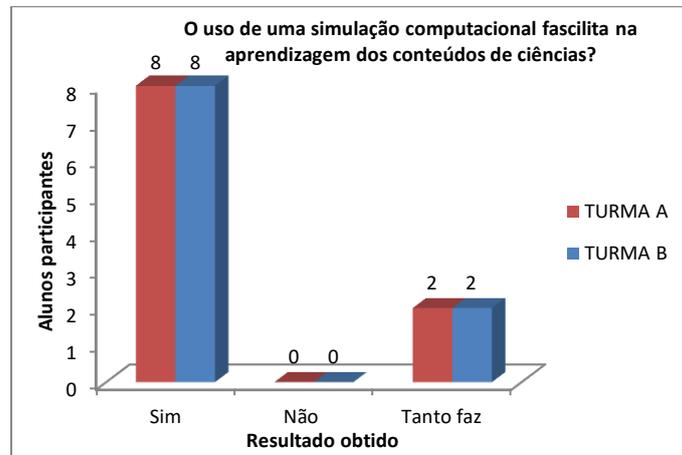


Gráfico 6. Resultado obtido da aplicação de questionário (questão nº6) em salas de aula, referente ao uso de uma simulação computacional na aprendizagem dos conteúdos de Ciências.

Considerações finais

As simulações como um todo, podem contribuir para a melhoria da qualidade do ensino-aprendizagem e a do software “Massa-Mola” do PhET em particular, pode ser um bom recurso para professores e alunos como auxílio na promoção do conhecimento efetivo do conceito de Força Elástica e suas aplicações no dia-a-dia, assim como, pode ser uma forma de estimular a motivação necessária para uma aprendizagem significativa no tocante a esse conceito.

Nesse trabalho verificamos a aplicabilidade na disciplina Física do software “Massa-Mola” do PhET, como um recurso que pode contribuir para a melhoria do ensino-aprendizagem da “Força Elástica” e de suas aplicações. Essas aplicações nem sempre são evidentes para os alunos, logicamente com a participação efetiva do professor, não como um mero transmissor do conhecimento, mas sim, como um tutor, que pode ser um facilitador de uma aprendizagem significativa para eles, fazendo a mediação nesse processo.

Referências

COX, K. K., **Informação na Educação Escolar**. Editora autores Associados, 2003, p. 9-120.

COELHO, R. O. **O uso da informática no ensino de física de nível médio**. 2002. 101 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade Federal de Pelotas, UFPel, Pelotas. 2002.

LENCE, R. “**Física**” Vol.1 2ª. Edição, Editora Érica, São Paulo, 1993, pp. 234-238.

MACHADO, D. I.; NARDI, R. Construção de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência com o suporte da hipermídia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 4, p. 473-485. 2006.

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, São Paulo, Junho de 2002.

PhET Interactive Simulations. Disponível em http://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/mass-spring-lab. Acessado em 12 de agosto de 2015.

TAVARES, R. Animações interativas e mapas conceituais: uma proposta para facilitar a aprendizagem significativa em ciências. **Revista Ciência e Cognição**, v.13, n.2, p.99-108, 2008.