

CONEM 2016
CONGRESSO NACIONAL DE
ENGENHARIA MECÂNICA

21-25
AGOSTO DE 2016
FORTALEZA - CEARÁ

SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL PARA O ENSINO DE FÍSICA: Uma ferramenta com a metodologia da sala de aula invertida (*flipped classroom*).

Antônio Carlos Marangoni, toninmarangoni@gmail.com¹

Carlos Fernando Araujo Jr, carlos.araujo@cruzeirosul.edu.br²

Carmen Lucia Tozzi Mendonça Conti, carmen.conti@unifran.edu.br¹

Henrique José Silva, henrique.silva@unifran.edu.br¹

Mamoru Carlos Yamada, mamoru.yamada@unifran.edu.br¹

¹Universidade de Franca, Av. Dr. Armando Salles Oliveira, 201 Pq. Universitário / Franca, SP, CEP: 14404-600

²Universidade Cruzeiro do Sul, Anália Franco, Av. Regente Feijó, 1295, São Paulo, SP, CEP 03342-000

Resumo: A execução de um experimento de Física, é difícil, devido à quantidade de alunos, insuficiência de equipamentos ou pelo tempo necessário para a realização. Na impossibilidade de dispor de tais recursos (tempo/equipamento), pode-se simular a experiência num microcomputador. Este trabalho apresenta o estudo sobre desenvolvimento e aplicação de roteiros de atividades desenvolvidas para uso com os softwares do Phet (Tecnologia Educacional em Física) que permitem simular experimentos de Física de forma individualizada e estão disponíveis gratuitamente. Viabilizou intensificar o uso das tecnologias nos cursos de Engenharia da Universidade de Franca-SP na modalidade presencial e permitiu que os alunos pudessem criar situações de aprendizado sobre Física trabalhando com a perspectiva de sala de aula invertida. Nos roteiros os alunos receberam as instruções para a montagem virtual dos experimentos e logo após foi aplicado um questionário aos alunos sem a identificação dos mesmos para evitar qualquer constrangimento e possível alteração nos resultados. Após a tabulação, a maioria dos alunos concordaram que a aprendizagem sobre o tema com a simulação virtual facilitou a aprendizagem e sentiram motivados a acessar o material. Contatou-se que esta geração de alunos é realmente "nativa digital", pois os resultados deixam claro que não tiveram dificuldades com o ambiente virtual. Foi perceptível uma resistência ou uma insegurança pelos alunos em se submeterem a uma atividade educacional na modalidade virtual, como mostram os resultados tabelados, onde a soma dos alunos indecisos com os que concordam parcialmente supera 50%, o que nos sugere a necessidade de um trabalho mais ativo no que diz respeito à utilização de simulações pelos alunos dos cursos de engenharias. Recomenda-se o uso, quando possível, do software como o simulador de experiências, devendo ser observado os casos em que a atividade proposta seja de alto custo e demande de muito tempo para a realização da mesma, ou em razão do risco da realização do experimento. As simulações facilitaram a compreensão do experimento, bem como a visão global de seus resultados, sendo, portanto um forte aliado na formação de futuros engenheiros e pesquisadores para o Brasil.

Palavras-chave: Física, Engenharia, Ensino, Simulação, Laboratório.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com estudos realizados por Santos, Santos e Fraga (2002), conceitos relacionados com a Física, apresentam-se como elementos complexos e de difícil visualização. Na maioria das vezes, tais conhecimentos são verificados apenas por meio de fórmulas matemáticas complexas. Muitas delas não permitem uma verificação direta pelo aluno, seja por meio de observações ou experiências laboratoriais (GREF, 2005).

O computador esta cada vez mais presente no dia-a-dia de um estudante. Atuando na escola ou em casa, na resolução de problemas ou no ensino de novos conceitos através de programas, o computador rapidamente vai assumindo um papel importante no processo ensino-aprendizagem, trazendo ao ato de estudar uma nova motivação. A aprendizagem com computadores se faz tanto na execução de um programa previamente elaborado quanto no processo em que o próprio aluno elabora o programa necessário a partir da análise do problema que busca resolver.

Particularmente nesse último aspecto a aprendizagem é muito rica, pois, em geral, ultrapassa as questões envolvidas no problema, estendendo-se a novos conceitos e novas conclusões, o que a torna um processo mais genérico, de fácil aplicação, e, portanto, mais sólida.

Também ao executar programas previamente elaborados o aluno obtém melhor resultado na aprendizagem, pois passa a não se limitar a questões preparadas, com valores inteiros ou conhecidos (que geralmente são casos particulares da situação estudada), podendo resolver também problemas com valores e medidas que se aproximam mais dos da realidade imediata.

A Lei de Ohm é um tópico obrigatório no estudo da disciplina de Física em cursos de graduação em Engenharia ou Física. Entretanto, a reprodução do experimento em laboratório, quantitativamente, torna-se normalmente difícil, quer seja pela quantidade de alunos em sala, quer pela insuficiência de equipamentos, quer pelo longo tempo em geral necessário para a realização das medidas. Após o ajuste do equipamento e montagem do circuito, o trabalho experimental envolve a tabulação do valor da corrente elétrica que passa numa pequena lâmpada incandescente ou um resistor, para vários valores de tensão (ddp); a quantidade de resultados deve ser a maior possível para reduzir ao mínimo seu erro estatístico, o que envolve a repetição de até várias dezenas o experimento para cada valor de ddp. O tempo necessário para isto é excessivamente longo para o horário disponível para atividades de laboratório.

A outra opção didática é utilizar uma montagem experimental única com um sistema de projeção sofisticado, que inclua um acoplamento com o multímetro para uma aula demonstrativa para todos os alunos da sala simultaneamente ao invés de um trabalho minucioso com pequenos grupos de alunos.

Na impossibilidade de dispor de tais recursos (tempo/equipamento), ou mesmo para enriquecer didaticamente o que já é feito, pode-se, pois, simular a experiência num microcomputador.

Uma busca na *internet* mostra a existência de uma considerável quantidade de simulações e *applets* sobre vários tópicos de Física. Ao se deparar com tantas opções, o professor necessita de critérios e roteiros devidamente elaborados e testados para fazer sua escolha, e utilizar as mais apropriadas para a sua realidade escolar.

2. JUSTIFICATIVA

Considerando que as escolas não poderão existir às margens dos avanços tecnológicos, mas sim, deverá apresentar-se como alavanca capaz de impulsionar a sociedade rumo a um futuro igualitário, bem como a própria tecnologia, propõe-se um estudo baseado nas contribuições trazidas pelo uso de uma ferramenta tecnológica, recente e de grande impacto, que corresponde à educação apoiada pelo computador, por meio da manipulação dos *softwares* de simulação (Valente, 2009).

Ressalte-se que, neste caso, há sempre a possibilidade de aprender por ensaio e erro e pela descoberta das relações existentes entre as variáveis que interferem no problema, na medida em que o aluno tem condições de concentrar seus esforços no desenvolvimento do raciocínio lógico, deixando para o computador o trabalho de execução de cálculos. A partir dessas considerações é que se entende a necessidade e a utilidade deste estudo.

3. OBJETIVO

Este trabalho apresenta o estudo sobre aplicação de roteiros desenvolvidos para um programa (simulações do PhET) que permitam trabalhar a experiência da 1ª Lei de Ohm de formar individual, para intensificar o uso das tecnologias no curso de Engenharia Mecatrônica da Unifran na modalidade presencial, para permitir que os alunos do curso de Engenharia Mecatrônica possam criar situações de aprendizado sobre física, utilizando simulações computacionais no intuito de contribuir para a melhoria do ensino de Física e facilitar o desenvolvimento de aulas agradáveis e interativas na modalidade presencial, trabalhando com a perspectiva de sala de aula invertida.

Espera-se possibilitar a utilização de novas ferramentas de diagnóstico que apontem para o conhecimento e diagnóstico do nível de conhecimento do aluno e posterior trabalho na área de desenvolvimento proximal do mesmo (nivelamento).

4. MATERIAL E MÉTODOS

Por se tratar de um trabalho de pesquisa que envolve seres humanos, este projeto foi submetido ao Comitê Ético em Pesquisa (CEPE) e a Plataforma Brasil, tendo recebido aprovação conforme sob número CAAE: 50052015.5.0000.5495.

Através do desenvolvimento e aplicação de roteiros de atividades experimentais com simulação computacional que foram desenvolvidas durante o período do projeto, os alunos criaram situações de aprendizado sobre a 1ª. lei de Ohm.

Como fonte de recursos foi utilizada *ebooks* da biblioteca virtual da Universidade e *softwares* gratuitos de laboratórios virtuais disponíveis na internet.

4.1. Estrutura do software

O software utilizado foi desenvolvido pela Universidade do Colorado e é denominado de Phet (Tecnologia Educacional em Física), suas simulações estão disponíveis gratuitamente (https://phet.colorado.edu/pt_BR/) por concessões que requerem que colemos uma mínima quantidade de informações anônimas que ajudem a documentar a quantidade de uso das simulações do PhET e a melhor servir às necessidades dos usuários (Arantes,2010).

Trata-se de um software que não necessita de computadores potentes, pois é executado em ambiente *Java™ Platform SE binary*, de fácil instalação.

Todo o material desta pesquisa foi disponibilizado aos alunos no ambiente do *Blackboard Learn™* em razão da Universidade de Franca possuir acesso a este sistema.

Após o download do software que foi nomeado como “kit para construção de circuitos virtuais” os alunos visualizam a tela de inicialização apresentada na Fig. 1.

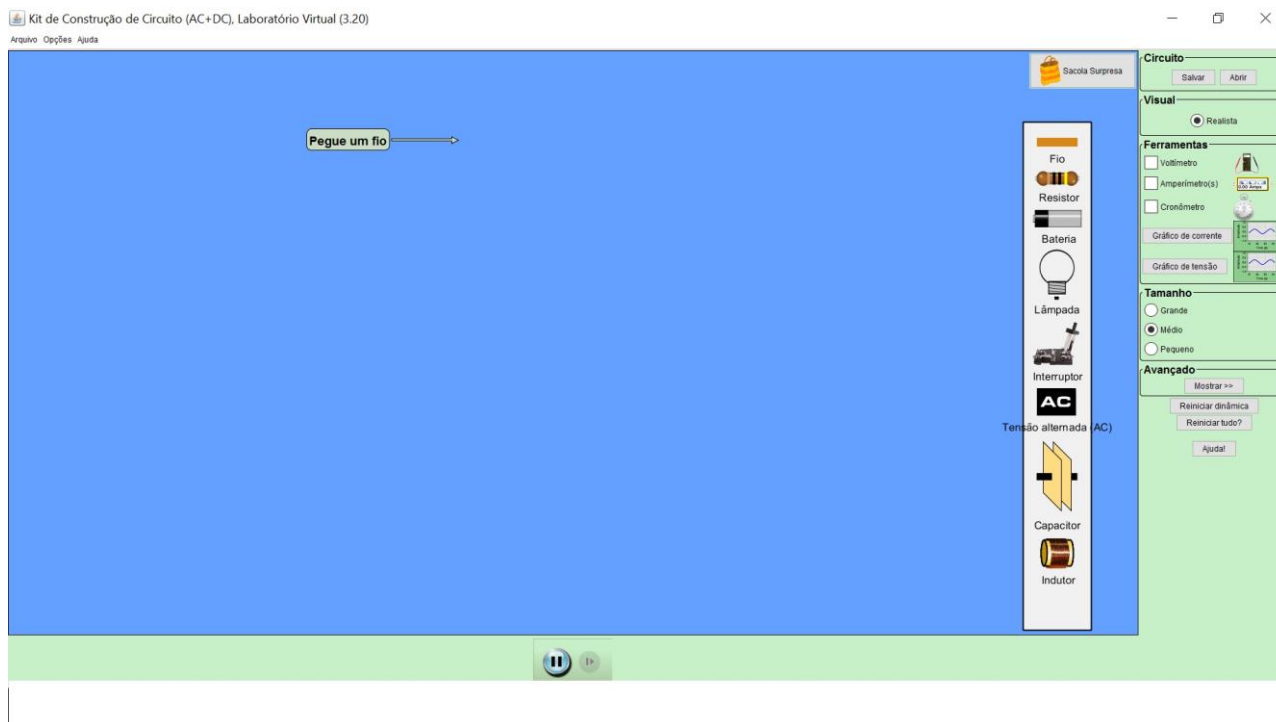


Figura 1 – Tela de abertura do software

O ambiente do software permite ao aluno rapidez na montagem e simulação de circuitos, bem como estimula a criatividade sendo inevitável que o aluno não tenha a curiosidade de montar novos circuitos conforme a sua curiosidade e domínio da teoria.

4.2. Procedimento experimental

No roteiro os alunos receberam as seguintes instruções para a montagem do circuito:

- Selecione a fonte (bateria), coloque-a no plano arrastando o item selecionado para o meio do ambiente de trabalho (área azul)
- Conecte um fio no polo negativo da bateria.
- Coloque um interruptor, abaixe a alavanca do interruptor e depois conecte mais um fio a 90° do interruptor para baixo.
- Agora coloque um amperímetro no circuito, marque a opção *Amperímetro(s)* na caixa de *Ferramentas*, clique sobre ele e arraste-o para o quadro principal, como mostrado na figura 2. Este instrumento deve ser ligado em série e coloque-o a esquerda do fio.

- e) Instale um resistor na sequencia do amperímetro e feche o circuito com mais um pedaço de fio e obterá um circuito como o da Fig. 02.

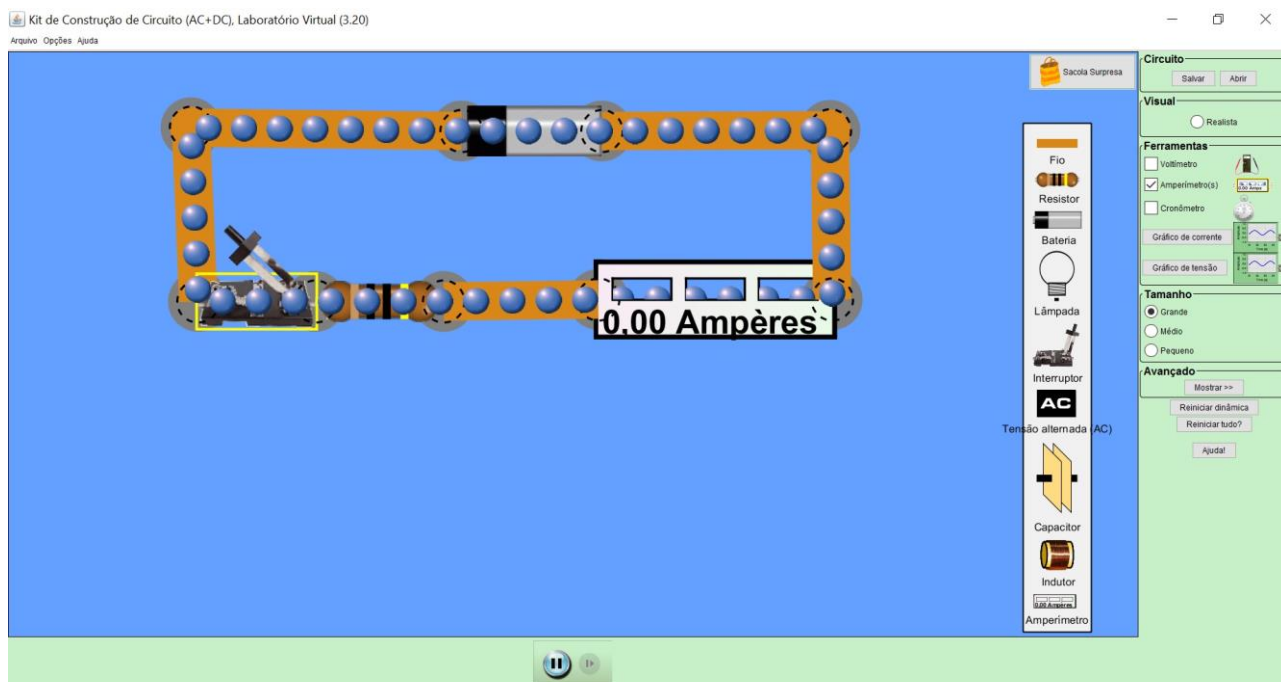


Figura 2 – Circuito pronto

- f) Agora coloque um voltímetro no circuito, marque a opção *Voltímetro* na caixa de *Ferramentas*, clique sobre ele e arraste-o para o quadro principal, como mostrado na figura 3. Este instrumento deve ser ligado em paralelo ao resistor Fig. 03.
- g) Agora com o cursor sobre a bateria aperte o botão direito e altere o valor da tensão de 0 a 9 volts, anotando na tabela 1 o respectivo valor da corrente para cada valor de tensão alterado.

Tabela 1 – Valores de U x i

U (V)	i (A)
0,0	
1,0	
2,0	
3,0	
4,0	
5,0	
6,0	
7,0	
8,0	
9,0	

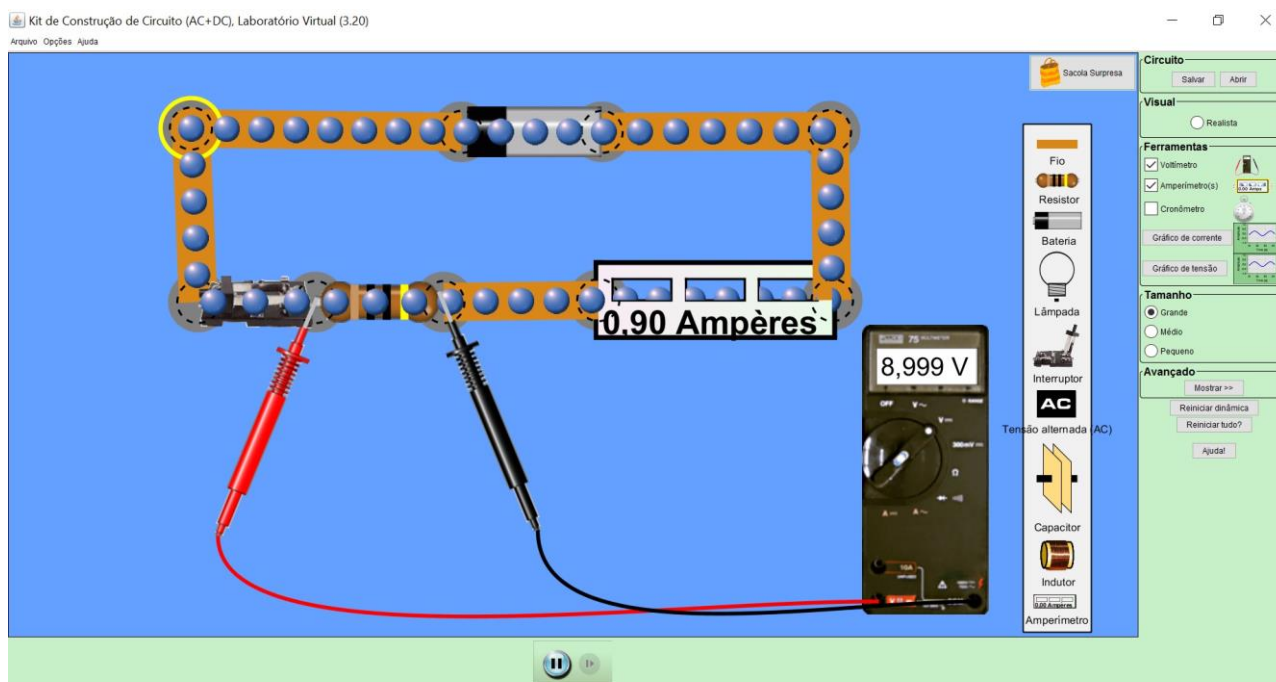


Figura 3 – Circuito com o voltímetro

Após os alunos seguirem as instruções e coletarem os dados, tiveram que responder oito questões para posteriormente elaborarem a redação do relatório científico sobre a atividade. Questões para discussão:

- Plote o gráfico da tensão (U) em função da corrente (i).
- De as características físicas e matemáticas do resultado encontrado no gráfico que você obteve. Você esperava este resultado? Explique.
- Através da curva construída no gráfico, determine a tangente da reta através da Eq. 01:

$$tg\phi = \frac{co}{ca}$$

(1)
- Relacione e comente fisicamente sobre o resultado obtido para a tangente com o valor do resistor utilizado no circuito (com o cursor sobre o resistor aperte o botão direito e veja qual o valor da resistência do resistor que foi utilizado durante o experimento).
- Determine qual o valor da corrente para uma tensão de 4,5 V?
- Porque o amperímetro deve ser ligado em série com o circuito?
- Porque o voltímetro deve ser ligado em paralelo com o resistor?
- Com a chave desligada meça a intensidade de corrente que passa pelo resistor. O que você percebeu quanto à indicação do amperímetro? Explique.

Para finalizar a atividade os alunos fizeram o upload do arquivo do relatório no ambiente do *Blackboard™*, onde posteriormente o professor fez a correção.

5. RESULTADOS

Foi aplicado um questionário com cinco perguntas aos alunos sem a identificação dos mesmos para evitar qualquer constrangimento e possível alteração nos resultados.

Pelos resultados obtidos após a tabulação, 91% dos alunos concordaram que a aprendizagem sobre o tema com a simulação virtual facilitou a aprendizagem conforme o gráfico 1, e mais que a metade se sentiram motivados a acessar o conteúdo como ilustra a Fig. 4.



Figura. 4

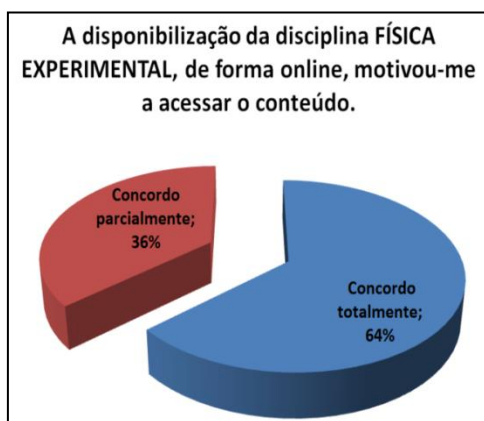


Figura. 5

Pela média da faixa etária dos alunos (entre 18 e 20 anos) constatou-se que esta geração é “nativa digital”, pois como se pode observar nas Fig. 6 e Fig. 7, os resultados deixam claro que eles não tiveram dificuldades para utilizar o ambiente virtual.

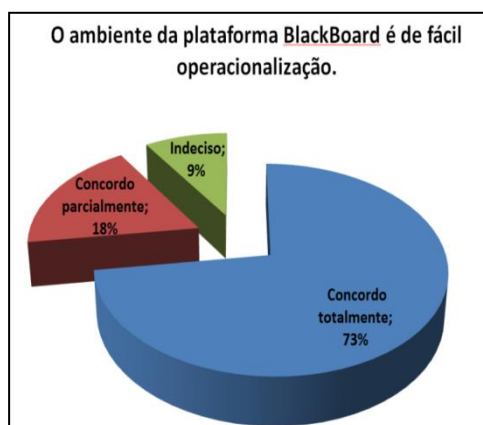


Figura. 6

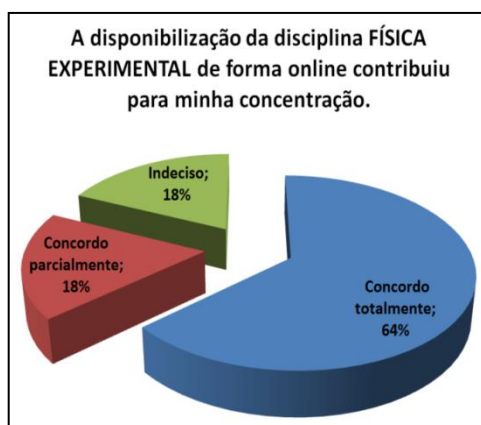


Figura. 7

Porém ainda contata-se certa resistência ou podemos afirmar uma insegurança pelos alunos em se submeterem a uma atividade educacional na modalidade à distância (EAD), como se pode analisar nos resultados tabelados na Fig. 8, pois a parcela dos alunos indecisos somados aos que concordam parcialmente supera 50% dos entrevistados, o que nos sugere o desenvolvimento de um trabalho mais ativo no que diz respeito a utilização de simulações em ambientes virtuais pelos alunos dos cursos de engenharias durante o curso.

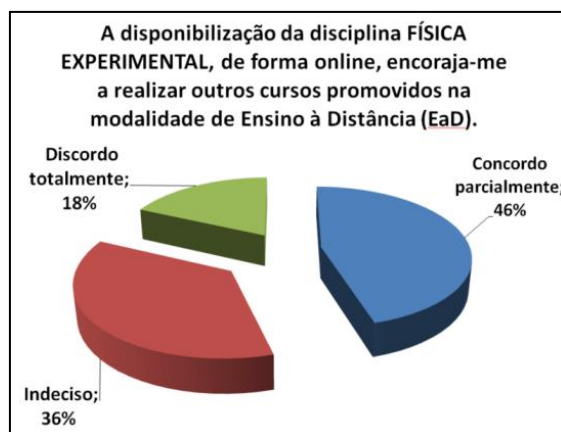


Figura. 8

6. DISCUSSÃO

Espera-se que as Tecnologias Digitais no Ensino Superior estimulem o desenvolvimento das capacidades pessoais, como a imaginação e criatividade. Eles devem ter, dentre outras características, conexão com o mundo real e incentivo à experimentação e observação de fenômenos.

Recomenda-se o uso, quando possível, do *software* aliado ao trabalho experimental, como simulador de experiências, devendo ser observado os casos em que a atividade de laboratório proposta seja de alto custo e demande de muito tempo para a realização do mesmo, ou em razão do risco da realização do experimento.

Dentro dos limites de uma simulação, o software facilita a compreensão do experimento, bem como a visão global de seus resultados, sendo, portanto um forte aliado na formação de futuros engenheiros e pesquisadores para o Brasil.

7. AGRADECIMENTOS

A administração acadêmica do Grupo Cruzeiro do Sul, pelo incentivo e apoio, viabilizando a execução desse projeto. Aos coordenadores e Reitoria da Unifran, por disponibilizar os equipamentos necessários permitindo aos alunos o desenvolvimento de novas técnicas de experimentais, com a criação de um ambiente acadêmico e científico favorável a um melhor processo de ensino-aprendizagem e qualificação profissional dos alunos dos cursos de engenharia.

8. REFERÊNCIAS

REF. Física 1: Mecânica. São Paulo: EDUSP, 2005.

Santos, Antônio Vanderley dos; SANTOS, Selan Rodrigues dos e FRAGA, Luciano Machado. Sistema de realidade virtual para simulação e visualização de cargas pontuais discretas e seu campo elétrico. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 24, n. 2, (p. 185-195). São Paulo: 2002.

Phet. Disponível em: < https://phet.colorado.edu/pt_BR/>. Acesso em 12 set. 2015.

Valente, José Armando. Diferentes usos do computador na educação. Campinas: Unicamp: 1995. Disponível em: <<http://www.nied.unicamp.br/publicacoes/separatas/Sep1.pdf>>. Acesso em 12 out.2007.

Youssef. Antônio Nicolau. O computador na escola. São Paulo: Ed. Scipione.1986.

9. RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

COMPUTER SIMULATION FOR PHYSICAL EDUCATION: A tool with the inverted classroom methodology (flipped classroom).

Antônio Carlos Marangoni, toninmarangoni@gmail.com¹

Carlos Fernando Araujo Jr, carlos.araujo@cruzeirosul.edu.br²

Carmen Lucia Tozzi Mendonça Conti, carmen.conti@unifran.edu.br¹

Henrique José Silva, henrique.silva@unifran.edu.br¹

Mamoru Carlos Yamada, mamoru.yamada@unifran.edu.br¹

¹Universidade de Franca, Av. Dr. Armando Salles Oliveira, 201 Pq. Universitário / Franca, SP, CEP: 14404-600

²Universidade Cruzeiro do Sul, Anália Franco, Av. Regente Feijó, 1295, São Paulo, SP, CEP 03342-000

Abstract. *The implementation of an experiment in physics, is difficult due to the number of students, lack of equipment or the time necessary for achievement. The inability to have such resources (time / equipment), you can simulate the experience a microcomputer. This paper presents the study on development and implementation of activities of scripts developed for use with the software Phet (Educational Technology in Physics) that allow simulate physics experiments individually and are available for free. Enabled intensify the use of technology in engineering courses at the University of Franca-SP in the classroom mode and allowed the students could create learning situations on Physics working with the prospect of inverted classroom. The scripts students were given the instructions to the virtual assembly of the experiments and after a questionnaire was administered to students without their identification to avoid any embarrassment and possible change in the results. After tabulation, most students agreed that learning about the subject with the virtual simulation facilitated learning and felt motivated to access the material. if contacted that this generation of students is really "digital native" because the results make it clear that they had difficulties with the virtual environment. a resistance or insecurity by students undergo an educational activity in virtual mode was noticeable, as shown by the tabulated results, where the sum of the undecided students who agree partially exceeds 50%, which suggests the need for a job more active as regards the use of the class of engineering simulations courses. It is recommended to use, where possible, the software like experiences simulator and should be observed in cases where the proposed activity is expensive and demands a lot of time to perform the same, or because of the risk of carrying out the experiment. The simulations facilitated the understanding of the experiment, as well as the overview of the results, thus being a strong ally in the training of future engineers and researchers to Brazil.*

Keywords: *Physical, Engineering, Education, Simulation, Laboratory.*