



ESTUDO SOBRE A IMPORTÂNCIA DOS EXPERIMENTOS PRÁTICOS PARA O APRENDIZADO DOS CONCEITOS EM FÍSICA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2022.4107

MATHEUS SANTOS NOGUEIRA - nogueira.m@aluno.ifsp.edu.br
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo

Carlos Antonio da Rocha - rocha.ifsp@gmail.com
Instituto Federal de São Paulo IFSP

Resumo: *O presente trabalho se dispõe a discutir diferentes metodologias ativas de forma a determinar, em um estudo de caso, a influência do experimento prático de laboratório no processo de aprendizagem das aulas de física. A evolução da sociedade no último século promoveu discussões, a respeito de reestruturações no atual sistema de ensino, nas quais as metodologias ativas são apresentadas como alternativas ao modelo convencional. Nessas propostas os discentes são capazes de desenvolver novas competências e habilidades, além do conhecimento acadêmico promovido pelo conteúdo das aulas. Neste sentido, buscando melhorar e aperfeiçoar o desempenho dos alunos na aquisição de conhecimentos nas aulas de física, será elaborado um modelo experimental a ser aplicado em turmas de engenharia, a partir de um roteiro de experimento de laboratório de Física, bem como a construção de seu respectivo aparato experimental. O modelo será fundamentado nas metodologias ativas e no conceito físico de Lançamento Oblíquo, e será avaliado por meio de questionários a respeito do conceito estudo e de perguntas conceituais.*

Palavras-chave: *Metodologia Ativa, Física, Lançamento Oblíquo.*



ESTUDO SOBRE A IMPORTÂNCIA DOS EXPERIMENTOS PRÁTICOS PARA O APRENDIZADO DOS CONCEITOS EM FÍSICA

1 INTRODUÇÃO

Em conjunto com os avanços científicos e tecnológicos do último século é percebida uma crescente discussão a respeito de reestruturações no atual sistema de ensino, de forma a adequá-lo às exigências da nova realidade (MILLER; SHAPIRO; HILDING-HAMANN, 2008). Assim, são apresentadas as metodologias ativas como alternativas ao sistema convencional atualmente empregado, nas quais o aluno passa a ser responsável pelo desenvolvimento do estudo em questão de maneira a produzir seu próprio conhecimento (HENRIQUES; PRADO; VIEIRA, 2014).

Infelizmente, ainda que discutidas reformas no processo educativo e sugeridos métodos capazes de aprimorar a formação de alunos, observa-se um atraso no sistema tradicional de ensino (BARBOSA; MOURA, 2013). Moraes (2009) diz, ainda, que a falta de contextualização e de situações práticas associadas diretamente à realidade vivida pelos alunos é motivadora de incertezas no ensino da Física. A partir de então, este trabalho tem como finalidade discutir diferentes metodologias ativas e a influência do experimento prático de laboratório no processo de aprendizagem das aulas de física, a partir das metodologias ativas e do conceito físico de Lançamento Oblíquo.

2 METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho foi baseada na pesquisa de campo, em que foi realizada a revisão da literatura a respeito das metodologias ativas de ensino e proposto um modelo de aula experimental, a partir da confecção de um aparato e dos conceitos da física de lançamento de projéteis, a fim de estudar a influência da abordagem prática no ensino teórico das aulas de física. Nesse sentido, a proposta partiu da criação de um equipamento barato e de fácil execução que serviria como instrumento de aplicação de conceitos físicos, de acordo com os conceitos de metodologia ativa estudados, em turmas de engenharia.

O modelo experimental conta com questões conceituais a respeito do lançamento oblíquo e a abordagem prática no ensino deste conceito físico. Assim, os resultados deste trabalho foram obtidos pela análise do desempenho dos alunos no teste conceitual a respeito do lançamento oblíquo e por seu posicionamento quanto à abordagem prática. A partir de então, foi discutida a influência do experimento prático de laboratório no processo de aprendizagem das aulas de física.

É importante ressaltar que foram utilizados apenas aparelhos de informática básica, como laptop comum e celular. Além disso, foram utilizados o programa editor de planilhas Excel, o programa gráfico de análise estatística Origin Lab e o programa de modelagem e análise de vídeo Tracker, para obtenção e tratamento de dados.

Os documentos e projetos desenvolvidos durante este trabalho permanecerão disponíveis para consulta e utilização a partir de uma pasta compartilhada no google Drive, acessível pelo link: drive.com/pasta_compartilhada.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As metodologias ativas são caracterizadas pela centralização do aluno no processo de ensino e sua transformação em um agente ativo e produtor do conhecimento, e pela modificação do papel do professor como provedor dos subsídios a serem utilizados pelo aluno durante sua aprendizagem (BARBOSA; MOURA, 2013; HENRIQUES; PRADO; VIEIRA, 2014). A seguir são apresentados alguns tipos de metodologia ativa e o princípio do lançamento oblíquo, que compõem o objeto de estudo deste trabalho.

3.1 Aprendizagem Baseada em Projetos (ABProj)

A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABProj) é uma metodologia ativa na qual o aluno aprende por meio de sua participação na elaboração de um projeto baseado em situações cotidianas, cujo objetivo é proporcionar um tópico de investigação e aprofundamento de conceitos acadêmicos teóricos em contextos práticos. Observa-se, ainda, que a ABProj contribui para o desenvolvimento de motivadores e habilidades intelectuais de criticidade e solução de problemas (BENDER, 2014; BARBOSA; MOURA, 2013; BUCK INSTITUTE FOR EDUCATION, 2008).

3.2 Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics (STEAM) Education

Cada página, no tamanho A4, deve ser configurada de modo a apresentar as margens direita, esquerda e inferior iguais a 2,0 cm e superior igual a 3,0 cm. Essas margens definem a mancha, ou seja, a área impressa. Dentro dessa área, o texto deve ser formatado em uma única coluna. Não deve ser incluída qualquer moldura no texto nem numeração de páginas. A aparência final do trabalho deve ser a mesma deste documento.

3.3 Lançamento Oblíquo (Movimento Balístico)

O lançamento oblíquo descreve o movimento realizado por um corpo, ou partícula, lançado a uma velocidade inicial em um plano vertical, e cuja aceleração é igual à aceleração gravitacional, constante em módulo, direção e sentido. A curva, produzida pela partícula em lançamento e contida em um plano vertical, é conhecida como trajetória e é definida exclusivamente pela aceleração da gravidade e pela resistência do ar (HALLIDAY; RESNICK; WALKER 2012; SEARS et al, 2016).

4 DESENVOLVIMENTO

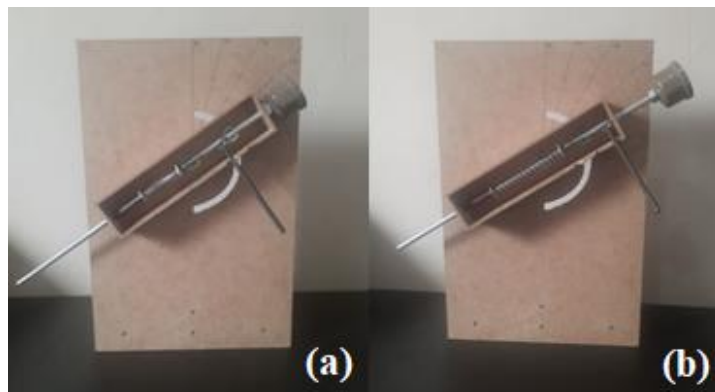
A fim de estudar a influência da abordagem prática no processo de aprendizagem das aulas de física, e levando em consideração que muitas das metodologias ativas fazem o uso de dispositivos práticos na produção do conhecimento, foi construído um lançador de projéteis como aparato a ser utilizado na disciplina de física para o estudo do lançamento oblíquo. De forma a priorizar materiais de baixo custo e fácil obtenção, o lançador foi confeccionado a partir de placas de madeira compensadas e consistiu em uma estrutura em forma de caixa, fixada a um suporte, e uma haste metálica com mola e bocal.

O princípio de funcionamento do aparato era baseado na compressão e liberação de uma mola, fixada na haste metálica. Num primeiro instante, a haste metálica era movimentada, comprimindo a mola, e posicionada pela haste de travamento em um furo na estrutura de madeira compensada. Um projétil era inserido no bocal e o ângulo de lançamento era ajustado. Em seguida, a haste de travamento era solta e a mola liberada.



A liberação da mola era responsável pelo retorno do sistema à sua posição inicial e pelo lançamento do projétil em um movimento oblíquo. Observe a figura 1, a seguir.

Figura 1 –Funcionamento do Lançador. (a) Pré-lançamento (mola comprimida) (b) Pós-lançamento (mola liberada).



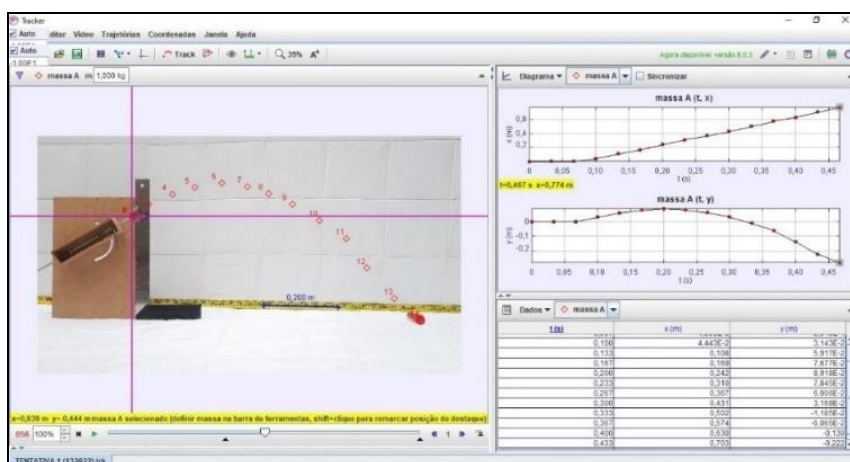
Fonte: Produzido pelos autores.

4.1 Tratamento de Dados

O estudo do lançamento oblíquo foi realizado por meio da análise de vídeos de lançamento, de um projétil de massa conhecida, a partir de ângulos previamente estabelecidos. Os vídeos foram gravados a partir de smartphones com taxa de quadros de 30 quadros por segundo (FPS), com velocidade normal de reprodução, e um ambiente livre de grandes interferências externas como vento e vibrações.

As gravações foram importadas para o software Tracker, em que foi realizado o mapeamento da trajetória do projétil com a utilização da ferramenta de "trajetória automática" disponibilizada pelo programa. A partir dessa ferramenta, foi possível obter os dados experimentais de posição e tempo de trajetória do movimento. A seguir, a figura 2 demonstra a tela do software utilizado, na qual é possível observar a trajetória do objeto lançado.

Figura 2 – Tela do software Tracker para análise de vídeo.

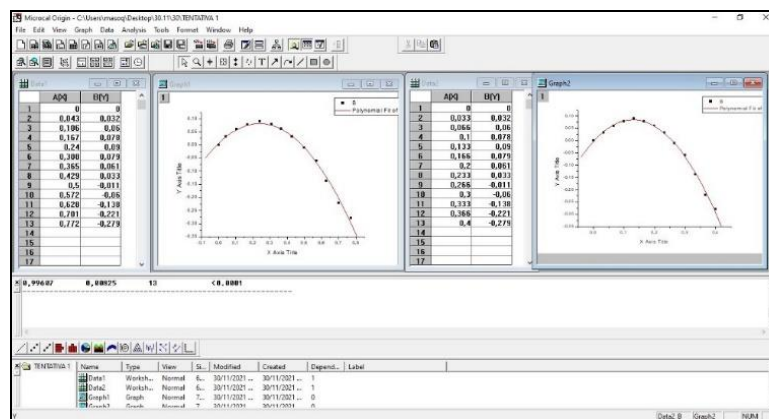


Fonte: Produzido pelos autores.



Os dados experimentais obtidos foram utilizados no esboço das curvas parabólicas correspondentes à trajetória do projétil durante o movimento. Sendo assim, foram construídas no software de análise gráfica Origin Lab as curvas x/y (da posição do projétil no eixo x em relação ao eixo y) e t/y (do tempo de lançamento em relação a posição do projétil no eixo y). Juntamente com o esboço das curvas de trajetória, foram fornecidas pelo programa as equações correspondentes a cada gráfico. A figura 3 apresenta a tela do software Origin Lab e as curvas obtidas a partir dos valores experimentais obtidos no mapeamento da trajetória do projétil feito no Tracker.

Figura 3 –Tela do software Origin Lab para análise da curva da trajetória do projétil.



Fonte: Produzido pelos autores.

Com o propósito de calcular os valores experimentais de velocidade inicial, gravidade e ângulo de lançamento a partir dos dados inseridos no software gráfico Origin Lab, foram utilizadas as equações de posição de um projétil nos eixos x e y, dadas pelo conceito do lançamento oblíquo, em paralelo as equações obtidas a partir das curvas oriundas do Origin Lab. Finalmente, conhecidos os resultados experimentais foi determinada a perda de energia do sistema durante o lançamento, utilizando os conceitos teóricos de conservação de energia. Os dados experimentais e os cálculos efetuados foram desenvolvidos e organizados no software Excel e na ferramenta online Planilhas.

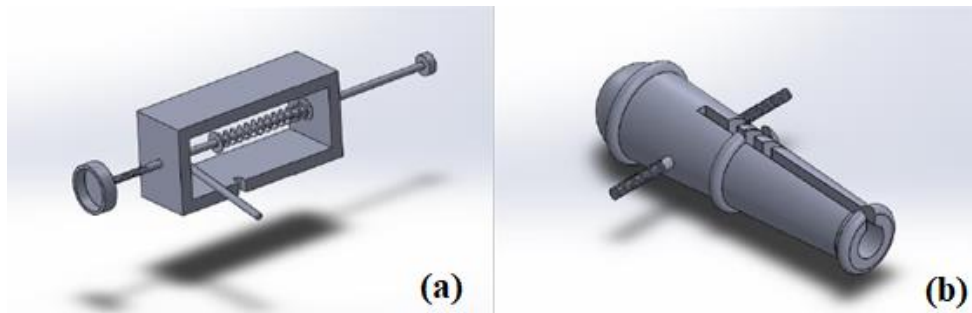
4.2 Replicabilidade e Impressão em 3D

Uma vez que a centralização do aluno é um dos grandes fundamentos das metodologias ativas e que o desenvolvimento de projetos é responsável pelo surgimento de motivadores e pelo envolvimento do discente nas atividades propostas pelo professor, é de grande importância ampliar a participação do aluno nas atividades práticas experimentais, assim como estender a produção do conhecimento em diversas áreas. Deste modo, foram propostos, além dos modelos de lançador construídos em madeira, outros dois protótipos que podem ser impressos em 3D. Para a elaboração dos projetos em maquete eletrônica foram utilizados os softwares de modelagem 2D e 3D AutoCAD e SolidWorks.

Os principais objetivos na sugestão destes novos modelos são o aumento na replicabilidade do lançador, uma vez que a produção seria facilitada pela padronização do produto por meio dos projetos, a possibilidade de incluir o aluno na construção do aparato e a interdisciplinaridade do modelo. Nesse sentido, é almejado que o discente possa programar e construir seu próprio lançador ao mesmo tempo que desenvolve seu

aprendizado em outras disciplinas, como por exemplo a informática. A figura 4, a seguir, mostra os protótipos desenvolvidos em 3D, a partir de sua modelagem no software SolidWorks.

Figura 4 – Lançadores em 3D. (a) Lançador em forma de caixa (b) Lançador em forma de canhão.



Fonte: Produzido pelos autores.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O roteiro experimental foi aplicado em duas turmas de engenharia, nos cursos de engenharia civil e engenharia mecânica. O roteiro foi utilizado como instrumento avaliativo nas disciplinas de física, no qual foram propostas sete questões a respeito do lançamento oblíquo e da conservação da energia mecânica, além de sete perguntas conceituais a respeito da metodologia de ensino baseada em um modelo experimental. Para a turma de engenharia mecânica, a utilização dos softwares foi exigida como parte da atividade. Foram obtidas 26 respostas para a atividade do grupo de estudantes de engenharia civil e 11 respostas dos estudantes do curso de mecânica.

Quanto ao desenvolvimento do exercício, foi utilizado o vídeo de lançamento de um projétil de massa de 0,030 kg disparado a partir de um ângulo de 30° , sendo fornecidas a constante da mola utilizada de 666,3 N/m, a deformação inicial da mola de 0,034 m e a massa do conjunto empurrado pela mola de 0,108 kg. Baseado nessas informações, os alunos deveriam responder questões sobre o lançamento oblíquo.

Das questões referentes ao lançamento oblíquo, foi pedido aos alunos a determinação da energia potencial armazenada pela mola para o cálculo do módulo da velocidade do projétil em seu lançamento; da energia mecânica inicial e final do sistema; do módulo da velocidade do projétil; do ângulo de lançamento do projétil; e do erro percentual entre os valores teóricos e experimentais calculados. Dentre os resultados obtidos, a maioria dos estudantes conseguiu calcular as respostas corretas, argumentando e justificando o procedimento realizado quando necessário. A figura 5, a seguir, demonstra uma das soluções apresentadas.

Figura 5 – Resolução de uma das questões propostas, produzida por um dos estudantes avaliados.

Handwritten student solution for a physics problem:

$$7 - E_{CF} = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

a) $v_x = v_0 \cdot \cos \theta \rightarrow v_x = 2,6705 \cdot \cos 30 = 2,3127 \text{ m}$
 $v_y = v_0 \cdot \sin \theta - g \cdot T \rightarrow v_y = 2,6705 \cdot \sin 30 - 0,786 = 0,4$
 $v_y = -2,5792 \text{ m/s}$

b) $v = \sqrt{(2,3127)^2 + (-2,5792)^2} = 3,4642 \text{ m/s}$

c) $E_{CF} = \frac{m \cdot v^2}{2} = \frac{0,03 \cdot 3,4642^2}{2} = 0,180 \text{ J}$

d) $E_{MF} = E_{CF} + E_{PF} = 0,18 - 0,0819 = 0,09809 \text{ J}$

$\% = \frac{0,120 - 0,09810}{0,107} \cdot 100 = 8,32\%$

Fonte: Produzido pelos autores.

A respeito das questões conceituais foi questionado aos alunos seu posicionamento a respeito da abordagem experimental; sua opinião sobre a interrupção de atividades laboratoriais durante a pandemia do Corona vírus; sua opinião a respeito de pontos positivos e negativos da abordagem prática; e sobre a continuidade deste tipo de metodologia em seu curso de graduação. Em suas respostas, os alunos mostraram-se bastante interessados na abordagem prática, considerando negativa a parada dessas atividades e sugerindo melhorias para o exercício. A figura 6, demonstra uma das respostas fornecidas pelos alunos, quando questionados se a interrupção das atividades práticas de laboratório afetou negativamente seu aprendizado.

Figura 6 – Resolução de uma das questões conceituais, produzida por um dos estudantes avaliados.

Handwritten student response to a conceptual question:

1. Com certeza. Mesmo realizando os experimentos em formato online, acredito que a experiência "mão-na-massa" é mais eficiente para a forma como eu aprendo. Porém consegui compreender bem os conteúdos dados neste semestre.

Fonte: Produzido pelos autores.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos tornou-se evidente que a utilização de um modelo prático colaborou com a aquisição de conhecimentos por parte dos alunos e com a criação de motivadores. Ainda que alguns dos alunos submetidos ao modelo experimental não tenham respondido corretamente todas as questões referentes ao conceito físico, notou-se que foram capazes de formular corretamente as hipóteses e aplicar as fórmulas matemáticas.

É observado que a utilização de metodologias práticas, baseadas em projetos e na construção de dispositivos, não só torna o aluno protagonista do processo de

aprendizagem, como permite o desenvolvimento de outras habilidades. Foi mencionado, por alguns dos alunos avaliados, que o modelo sugerido foi responsável por promover a aquisição de conhecimentos de softwares e conceitos que poderiam ser aproveitados em outras situações e disciplinas. Além disso, é de interesse dos alunos participar ativamente de atividades laboratoriais, visto que em suas respostas os estudantes sugeriam que a atividade fosse aplicada de forma presencial, e que cada um pudesse desenvolver seu próprio aparato.

A respeito da aplicação do modelo, é importante ressaltar que devido à pandemia do Coronavírus, todas as atividades e exercícios, bem como toda a elaboração deste projeto de pesquisa, foram feitas de forma remota com o auxílio de ferramentas e softwares online. Também por conta do distanciamento social e da redução no calendário escolar, foi necessária uma adaptação do projeto de pesquisa de forma a adequá-lo ao novo cenário. Isso resultou na aplicação do roteiro experimental em um curto período, na impossibilidade de execução do experimento pelos alunos e em dificuldades na interação professor-aluno.

Alguns outros fatores significativos na aplicação de exercícios práticos que precisam ser considerados são o número de professores e alunos, uma vez que turmas muito grandes interferem no tempo dedicado a cada grupo pelo professor; a necessidade de formação dos professores nas novas metodologias ativas e que utilizam a abordagem prática; e a utilização de recursos para a execução dos experimentos.

Finalmente, este trabalho conclui que as atividades práticas de laboratório são de fundamental importância no processo de aprendizagem dos estudantes de engenharia, visto que permitem aos alunos visualizar e reafirmar os conceitos trabalhados em aulas teóricas, especialmente na disciplina de física. Além disso, foi constatado que os alunos são receptivos a atividades práticas que auxiliem no seu entendimento da matéria. Para muitos, a falta de exercícios similares durante o distanciamento social prejudicou sua aprendizagem.

É possível observar, devido ao crescente número de publicações e discussões a respeito do sistema de ensino, que o conceito de escola já está em evolução. A implementação do Novo Ensino Médio nas escolas brasileiras é um grande exemplo de que cada vez mais os alunos precisam desenvolver habilidades de forma a se preparar para o ingresso na sociedade. Sendo assim, a produção de trabalhos como esse é de extrema importância como forma de garantir o sucesso desses novos sistemas.

7 AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento deste trabalho só foi possível pela participação e colaboração de várias pessoas, das quais agradecemos:

Aos professores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, por toda orientação e paciência.

Aos alunos dos cursos de engenharia que participaram do processo de pesquisa e colaboraram para a obtenção dos dados aqui apresentados.

A todos que participaram de forma direta e indireta desta pesquisa fornecendo informação e apoio para que concluíssemos esta pesquisa.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, Eduardo F.; MOURA, Dácio G. de. **Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica**. Boletim Técnico do Senac. Rio de Janeiro, v. 39, n. 2, p. 48-67, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.26849/bts.v39i2.349>>. Acesso em: 18 junho 2021.

BENDER, Willian N. **Aprendizagem Baseada em Projetos: Educação diferenciada para o século XXI**. Porto Alegre: Penso, 2014. 156 p.

BUCK INSTITUTE FOR EDUCATION. **Aprendizagem baseada em projetos: guia para professores de ensino fundamental e médio**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

HALLIDAY, David.; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física**. v. 1, 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

HENRIQUES, Vera B.; PRADO, Carmen P. C.; VIEIRA, André P. Editorial convidado: Aprendizagem ativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física: Carta do Editor**. São Paulo, v. 36, n. 4, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1806-11172014000400001>>. Acesso em: 18 junho 2021.

MILLER, Riel; SHAPIRO, Hanne; HILDING-HAMANN, Knud Erik. **School's Over: Learning Spaces in Europe in 2020: An Imagining Exercise on the Future of Learning**. European Commission. Luxembourg (Luxembourg), 2008. Disponível em: <<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC47412>>. Acesso em: 18 junho 2021.

MORAES, José U. P. **A visão dos alunos sobre o ensino de física: um estudo de caso**. Scientia Plena. Sergipe, v. 5, n. 11, p. 1–7, 2009. Disponível em: <<https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/736/392>>. Acesso em: 18 junho 2021.

SEARS, Francis W.; ZEMANSKY, Mark W.; YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **Física I: Mecânica**. v. 1, 14. ed. São Paulo, SP: Pearson Education do Brasil, 2016.

YAKMAN, Georgette; LEE, Hyonyong. Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. **Journal of The Korean Association For Science Education**. Daejeon, Coréia do Sul, v. 32, n. 6, p. 1072–1086, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2012.32.6.1072>>. Acesso em: 18 julho 2021.

STUDY ON THE IMPORTANCE OF PRACTICAL EXPERIMENTS FOR LEARNING PHYSICS CONCEPTS

Abstract: *This paper aims to discuss different active methodologies to determine, in a case study, the influence of the practical laboratory experiment in the learning process of physics classes. The evolution of society in the last century has promoted discussions about restructuring the current education system, in which active methodologies are presented as alternatives to the conventional model. In these proposals, students can develop new skills*

and abilities, in addition to the academic knowledge promoted by the class content. In this sense, seeking to improve and enhance the performance of students in the acquisition of knowledge in physics classes, an experimental model will be developed to be applied in engineering classes, based on a script of physics laboratory experiments, as well as the construction of its respective experimental apparatus. The model will be based on active methodologies and the physical concept of Oblique Launch and will be evaluated using questionnaires about the concept studied and conceptual questions.

Keywords: Active Methodology, Physics, Oblique Throw.