

SALA DE AULA INVERTIDA NO ENSINO DE FÍSICA

Denise Marques Pinheiro – denise.pinheiro@maua.br
Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia
Praça Mauá, 1
CEP: 09580-900 – São Caetano do Sul – SP

Gilberto Murakami – gmurakami@maua.br
Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia
Praça Mauá, 1
CEP: 09580-900 – São Caetano do Sul – SP

José Silvério Edmundo Germano – silverio@ita.br
Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA
Praça Eduardo Gomes, 50
CEP: 12228-900 – São José dos Campos – SP

Resumo: O objetivo deste trabalho é descrever uma técnica de metodologia ativa de aprendizagem, a Sala de Aula Invertida ou Flipped Classroom aplicada no ensino de física. Os alunos soltaram uma esfera numa rampa de acrílico construída no Instituto Mauá de Tecnologia e simultaneamente fizeram a captação de imagens do experimento utilizando seu próprio smartphone. Os alunos analisaram os dados experimentais com o software Tracker e desenvolveram o modelo matemático do fenômeno, propiciando discussão das eventuais discrepâncias dos métodos. Foi possível determinar o gráfico da posição e a equação do movimento utilizando o Tracker. A partir deste gráfico, os alunos puderam determinar os gráficos da velocidade e aceleração. Como os alunos realizaram o experimento antes do conteúdo teórico, tiveram a orientação e supervisão do Professor aplicador durante toda a atividade, característica da Sala de Aula Invertida. Esta atividade é multidisciplinar, sendo oferecida como Projeto e Atividades Especiais – PAE, aos alunos do primeiro ao terceiro ano dos cursos de Engenharia, Administração e Design do IMT.

Palavras-chave: Flipped Classroom. Metodologia Ativa de Aprendizagem. Sala de Aula Invertida. Simulações Computacionais. Tracker.

1. INTRODUÇÃO

A aprendizagem ativa tornou-se uma importante área de pesquisa devido ao crescente número de problemas reais (REYES *et al.*, 2018) no processo ensino-aprendizagem.

Prince (PRINCE, 2004) define o aprendizagem ativa como “qualquer método instrucional que envolva os alunos no processo de aprendizado”. Essa definição é ampla o suficiente para incluir muitas atividades tradicionais em sala de aula. No entanto, em um esforço para manter o contraste com as abordagens tradicionais (BAKER, 2000) centradas no professor, esses métodos são sistematicamente descartados por exclusão explícita.

Nos últimos anos, a sala de aula invertida, também conhecida como *Flipped Classroom*, tem atraído a atenção crescente das comunidades de ensino e pesquisa como uma promissora técnica instrutiva. Antes de 2013, não havia estudos empíricos no ensino superior abordando esse tópico. A empolgação com a sala de aula invertida decorre de sua capacidade de combinar benefícios supostos de instrução *on-line* com técnicas ativas de aprendizagem (HE *et al.*, 2016).

Na abordagem da sala de aula invertida, o aluno estuda antes da aula e a aula se torna o lugar de aprendizagem ativa, onde há perguntas, discussões e atividades práticas. A inversão ocorre uma vez que no ensino tradicional a sala de aula serve para o professor transmitir informação para o aluno e após a aula, estudar o material que foi transmitido e realizar alguma atividade de avaliação para mostrar que esse material foi assimilado (VALENTE, 2014).

Trata-se de um modelo de ensino que coloca, de fato, o aluno como *protagonista*, aproximando-o dos temas de aula antes mesmo da aula em si. Com o auxílio de tecnologias, o estudante tem acesso prévio ao conteúdo curricular básico das aulas e estuda antes de ir para a aula, ocasião em que discutirá com colegas e professor os assuntos já vistos em casa. Ou seja, ao invés de adquirir o conhecimento dos conteúdos na sala de aula e resolver exercícios em casa, o aluno tem acesso aos conteúdos em casa, via internet, podendo levar as dúvidas e resolver os exercícios na escola, com o *auxílio do professor*. Daí vem a ideia de inversão.

Para os primeiros pesquisadores (BERGMANN *et al.*, 2009; MZOUGH, 2015), a intenção da sala de aula invertida era eliminar as aulas tradicionais, onde os professores eram o centro das atenções. Os alunos podiam assistir a vídeos em casa antes da aula, para que materiais que tradicionalmente fossem designados como lição de casa pudessem ser concluídos em sala de aula com mais atividades centradas no aluno e baseadas em questionamentos. Essa ideia levou à concepção geral da sala de aula invertida.

Bishop e Verleger (BISHOP *et al.*, 2013) sugeriram incluir apenas os estudos com instrução pré-aula baseada em computador.

Muitos autores enfatizam como a sala de aula invertida promove o engajamento dos alunos, resultando em melhores resultados de aprendizagem (GILBOY *et al.*, 2015). Pesquisas indicam que a sala de aula invertida ajuda os alunos a aprender em seu próprio ritmo, gastam mais tempo em trabalhos preparatórios e se envolvem mais durante as atividades em sala de aula (JOHNSON, 2013).

A aplicação de novos modelos de aprendizagem pode beneficiar particularmente a educação em engenharia, administração e design porque o treinamento nestes cursos tem um componente essencialmente prático. Em particular, a disciplina Projeto e Atividades Especiais – PAE do Instituto Mauá de Tecnologia – IMT, que têm um caráter muito tecnológico e sistemático, são mais adequadas para implementar métodos de aprendizagem ativa, como a Sala de Aula Invertida.

O objetivo deste trabalho é descrever uma atividade para o processo ensino-aprendizagem utilizando uma técnica de metodologia ativa, a sala de aula invertida e o software *Tracker*.

2. O Software *Tracker*

O *Tracker* é um pacote de análise de vídeos e modelagem desenvolvida pelo **Open Source Physics** (OSP) Java (<http://www.compadre.org/OSP/>), onde está disponível gratuitamente. Alguns dos atributos inclusos são: posição, velocidade, aceleração sobrepostas e gráficos, filtros de efeito especial, referência a múltiplos quadros, calibração de ponta, perfil de linhas para análises e modelos de partículas dinâmicas. O *Tracker* foi desenvolvido para cursos introdutórios de Física.

A análise de vídeo do *Tracker* permite aos usuários analisar vídeos em movimento quadro a quadro a partir de vídeos realizados por câmeras digitais, *smartphones* ou *webcams*.

Utilizando a ferramenta de modelagem, os usuários podem criar modelos de partículas com base nas Leis de Newton, comparando com os dados experimentais.

O *Tracker* é uma aplicação baseada em Java e poderá então ser executada caso o Java 5.0 ou superior corretamente instalado. *QuickTime* não está disponível para Linux, logo o *Tracker* não poderá abrir vídeos do *QuickTime* diretamente. Ao invés disso, o *QuickTime* e outros formatos de vídeo devem ser convertidos para o uma sequência de imagens jpg or png ou gifs animados. Se você tiver acesso a um computador com *Windows* ou *Mac*, você poderá usar o *Tracker* para fazer a conversão.

Para o uso do *Tracker* deve-se primeiro fazer o download e instalar o Java no link: https://www.java.com/pt_BR/download/ e o QuickTime ou (para usuários Linux) no link: <https://www.apple.com/br/quicktime/download/>.

3. METODOLOGIA

Foi explicado aos alunos como instalar, manusear o software gratuito *Tracker* que possibilita o estudo e análise desses fenômenos através da captação das imagens feitas pelos próprios alunos no ensino de física. Esta atividade é multidisciplinar, sendo oferecida como Projeto e Atividades Especiais – PAE, aos alunos do primeiro ao terceiro ano dos cursos de Engenharia, Administração e Design do IMT.

Os alunos fizeram análises preliminares utilizando vídeos demonstrativos do *Tracker* antes de efetuarem suas captações. Em seguida, os alunos realizaram, em equipes, atividades

experimentais no laboratório de Física do IMT e captaram imagens utilizando seu próprio *smartphone*.

A Figura 1 mostra o experimento realizado nas aulas de Sala de Aula Invertida.

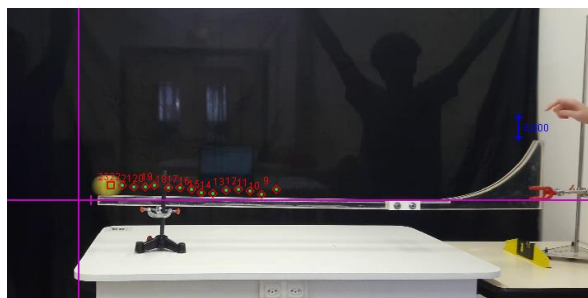
Figura 1 – Experimento realizado pelos alunos durante a aula.



Fonte: Autores.

Neste experimento, os alunos soltaram uma esfera do alto da rampa. Com o auxílio do *smartphone*, os alunos fizeram a captação de imagem do experimento. Em seguida, os alunos analisaram o fenômeno utilizando o software *Tracker*. A Figura 2 mostra a marcação dos pontos feitas no *Tracker* para a determinação da trajetória da esfera.

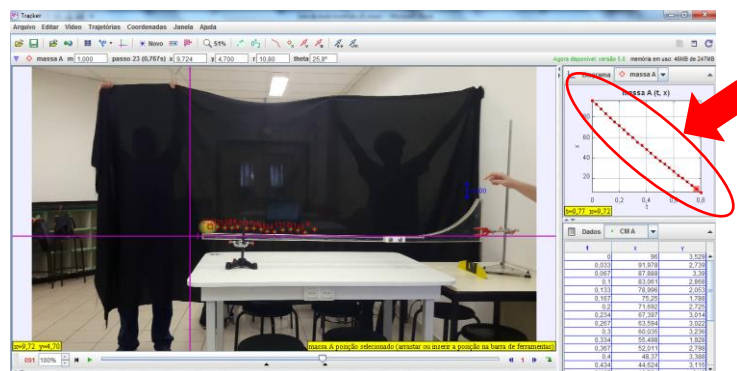
Figura 2 – Marcação dos pontos feitas no *Tracker* para a determinação da trajetória da esfera.



Fonte: Autores.

A Figura 3 mostra a tela do software *Tracker*. Nesta tela é possível verificar o gráfico da posição x em função do tempo t , e as tabelas resultantes da realização do experimento.

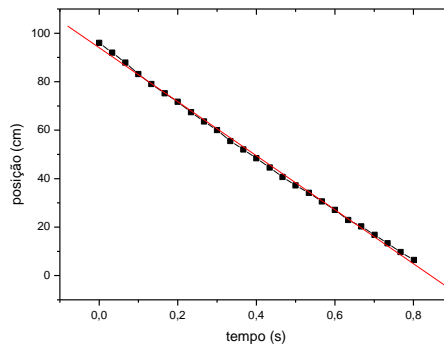
Figura 3 – Tela do software *Tracker*.



Fonte: Autores.

A análise do gráfico da posição em função do tempo, no trecho inclinado da curva destacado na Figura 3, é possível verificar que a esfera descreve um movimento retilíneo uniforme, como mostra a Figura 4, obtido pelo modelamento matemático.

Figura 4 – Gráfico da posição em função do tempo no trecho retilíneo do experimento obtido pelo modelamento matemático.



Fonte: Autores.

A partir da Figura 4, os alunos puderam determinar a equação do movimento obtida pelo modelamento matemático. A equação determinada está descrita na Equação 1:

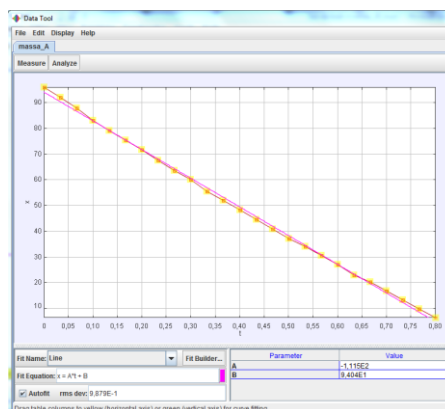
$$S = 94,0 - 111t \quad (1)$$

Os alunos concluíram que, a partir do gráfico da posição em função do tempo, mostrado na Figura 4, o coeficiente angular da reta é constante, a velocidade permanece inalterada e, portanto, a aceleração é nula. Os alunos puderam verificar, pela equação do movimento descrito na Figura 4, que a velocidade da esfera é constante, ou seja, a velocidade permanece constante no trecho analisado (-111 cm/s).

A análise do movimento pelo *Tracker*, mostrada na Figura 5, é possível determinar a Equação 2:

$$S = 94,0 - 111t \quad (2)$$

Figura 5 – Gráfico da posição em função do tempo no trecho retilíneo do experimento obtido pelo *Tracker*.

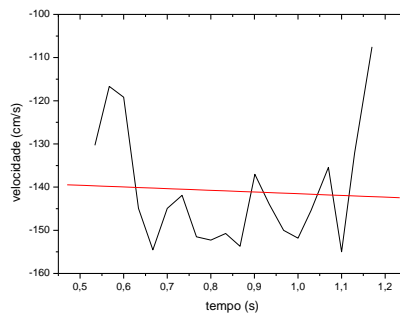


Fonte: Autores.

É possível notar que as Equações 1 e 2 são aproximadamente iguais, comprovando a eficiência dos dois métodos: modelamento matemático e o *Tracker*.

A Figura 6 mostra o gráfico da velocidade da esfera. A curva em vermelho representa a linha de tendência da velocidade obtida, que mostra a variação das medidas em torno do valor médio da velocidade.

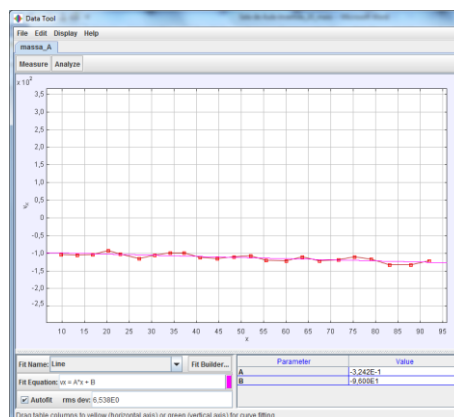
Figura 6 – Gráfico da velocidade em função do tempo no trecho retilíneo do experimento.



Fonte: Autores.

É possível verificar pelo gráfico da velocidade da esfera em função do tempo obtido pelo modelamento matemático que a velocidade é $(-11,8 \pm 0,8) \cdot 10 \text{ cm/s}$. A Figura 7 mostra o gráfico da velocidade da esfera em função do tempo obtido pelo *Tracker*.

Figura 7 – Gráfico da velocidade em função do tempo obtido pelo Tracker.



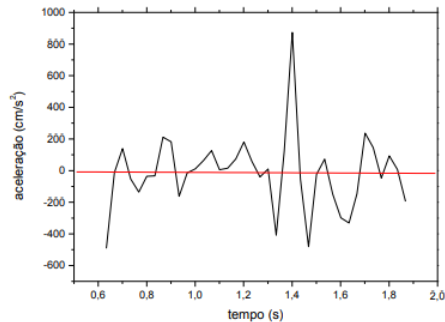
Fonte: Autores.

Analisando o gráfico da velocidade em função do tempo mostrado na Figura 6, os alunos determinaram a velocidade da esfera $(-11,8 \pm 0,8) \cdot 10 \text{ cm/s}$ enquanto a velocidade da esfera obtida no gráfico da Figura 7 é $(-11,8 \pm 0,2) \cdot 10 \text{ cm/s}$.

Em seguida, os alunos determinaram o gráfico da aceleração utilizando o modelamento matemático, mostrado na Figura 8. Neste gráfico é possível verificar que a aceleração da esfera é nula, comprovando que o movimento é retilíneo uniforme, pois a curva em vermelho

representa a linha de tendência da aceleração obtida, que mostra a variação das medidas em torno do valor médio da aceleração.

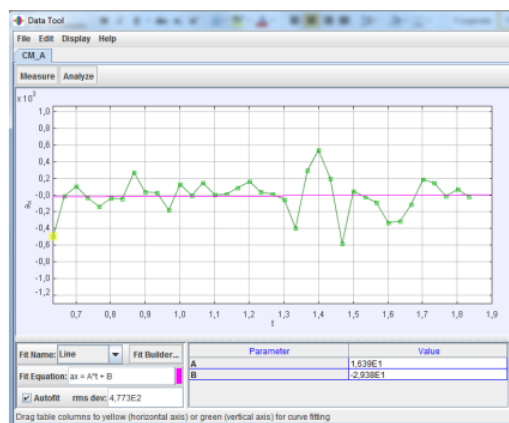
Figura 8 – Gráfico da aceleração em função do tempo obtido pelo modelamento matemático.



Fonte: Autores.

No gráfico da aceleração da Figura 9 é possível verificar que a aceleração da esfera é nula.

Figura 9 – Gráfico da aceleração em função do tempo obtido pelo *Tracker*.



Fonte: Autores.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apresentamos uma proposta de uma metodologia ativa de aprendizagem, a Sala de Aula Invertida no ensino de física.

Os alunos soltaram uma esfera numa rampa de acrílico construída no Instituto Mauá de Tecnologia e fizeram simultaneamente a captação de imagens do experimento utilizando seu próprio smartphone e a análise dos dados experimentais utilizando o software *Tracker*. Foi possível determinar os gráficos da posição, velocidade e aceleração e as suas equações do movimento utilizando o *Tracker* e verificar que a esfera descreve um Movimento Retilíneo e Uniforme.

Os alunos analisaram os dados experimentais com o software *Tracker* e desenvolveram o modelo matemático do fenômeno, propiciando discussão das eventuais discrepâncias dos métodos.

A partir deste gráfico, os alunos puderam determinar os gráficos da velocidade e aceleração. Verificaram que a velocidade é constante e a aceleração é nula.

Após a realização do experimento, os alunos apresentaram na aula seguinte, os resultados na forma de Seminário, a teoria envolvida para a realização do experimento, compararam o experimento real com o *Tracker* e o desenvolvimento do modelo matemático do fenômeno, propiciando discussão das eventuais discrepâncias dos métodos.

Como os alunos realizaram o experimento antes do conteúdo teórico, tiveram a orientação e supervisão do Professor aplicador durante toda a atividade, caracterizando a Sala de Aula Invertida.

Os primeiros resultados sugerem que os alunos que gostam de trabalhar em um laboratório e são estimulados pela oportunidade de combinar a teoria com a prática.

Os resultados preliminares indicam que apenas a participação de alunos em aulas teóricas não foi suficiente para desenvolver um amplo entendimento dos conceitos apresentados.

Com este mesmo aparato experimental é possível realizar outros experimentos, tais como o lançamento balístico para determinação do valor da aceleração da gravidade, movimento circular e conservação de energia.

Como esta atividade é multidisciplinar é oferecida aos alunos do primeiro ao terceiro ano dos cursos de Engenharia, Administração e Design do IMT.

REFERÊNCIAS

- BAKER, J. W. The "classroom flip. **Using web course management tools to become the guide by the side**, 2000.
- BERGMANN, J.; SAMS, A. Remixing chemistry class: Two Colorado teachers make vodcasts of their lectures to free up class time for hands-on activities. **Learning & Leading with Technology**, v. 36, n. 4, p. 22-27, 2009. ISSN 1082-5754.
- BISHOP, J. L.; VERLEGER, M. A. The flipped classroom: A survey of the research. ASEE National Conference Proceedings, Atlanta, GA, 2013. p.1-18.
- GILBOY, M. B.; HEINERICHS, S.; PAZZAGLIA, G. Enhancing student engagement using the flipped classroom. **Journal of nutrition education and behavior**, v. 47, n. 1, p. 109-114, 2015. ISSN 1499-4046.
- HE, W. *et al.* The effects of flipped instruction on out-of-class study time, exam performance, and student perceptions. **Learning and Instruction**, v. 45, p. 61-71, 2016/10/01/ 2016. ISSN 0959-4752. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959475216300664> >.
- <http://www.compadre.org/OSP/>. Disponível em: < <http://www.compadre.org/OSP/> >. Acesso em: 15/12/2014.
- JOHNSON, G. B. **Student perceptions of the Flipped Classroom**. 2013. Text
- MZOUGH, T. An Investigation of Student Web Activity in a “flipped” Introductory Physics Class. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 191, p. 235-240, 2015/06/02/ 2015. ISSN 1877-0428. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815028189> >.
- PRINCE, M. Does active learning work? A review of the research. **Journal of engineering education**, v. 93, n. 3, p. 223-231, 2004. ISSN 2168-9830.
- REYES, O.; ALTALHI, A. H.; VENTURA, S. Statistical comparisons of active learning strategies over multiple datasets. **Knowledge-Based Systems**, v. 145, p. 274-288, 2018/04/01/ 2018. ISSN 0950-7051. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950705118300492> >.

VALENTE, J. A. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em Revista**, n. 4, 2014. ISSN 0104-4060.

FLIPPED CLASSROOM IN PHYSICAL EDUCATION

Abstract: *The aim of this paper is to present is to describe a technique of active learning methodology, the Flipped Classroom applied in physics teaching. Students dropped a sphere on an acrylic ramp built at Instituto Mauá de Tecnologia and simultaneously captured images of the experiment using their own smartphone. The students analyzed the experimental data with the software Tracker and developed the mathematical model of the phenomena, allowing discussion of the possible discrepancies of the methods. It was possible to determine position, velocity and acceleration graphs and their equations using mathematical modeling and Tracker. As the students performed the experiment before the theoretical content, they had the guidance and supervision of the Applicator Teacher during all the activity, characteristic of the Flipped Classroom. This activity is multidisciplinary, being offered as Project and Special Activities - PAE, to the students from the first to the third year of the Engineering, Administration and Design courses of the IMT.*

Keywords: *Flipped Classroom. Active Learning Methodology. Inverted Classroom. Computational Simulations. Tracker*

Organização:



Realização:

