

UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO PARA O ESTUDO DE MECÂNICA ATRAVÉS DE VÍDEOANÁLISE: APLICAÇÕES DESENVOLVIDAS COM O SOFTWARE *TRACKER*

Leonardo Presoto de Oliveira – leonardopoliveira@hotmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Departamento Acadêmico de Física
Avenida 7 de Setembro, 3165
80230-901 – Curitiba - PR

Jorge Alberto Lenz – lenz@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Departamento Acadêmico de Física
Avenida 7 de Setembro, 3165
80230-901 – Curitiba - PR

Nestor Cortez Saavedra Filho – nestor@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Departamento Acadêmico de Física
Avenida 7 de Setembro, 3165
80230-901 – Curitiba - PR

Arandi Ginane Bezerra Junior – arandi@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Departamento Acadêmico de Física
Avenida 7 de Setembro, 3165
80230-901 – Curitiba - PR

Resumo: Neste trabalho é discutida a aquisição e o processamento de dados referentes a experimentos de física básica através de videoanálise. Ele faz parte de um projeto realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) em que é proposto o estudo, o desenvolvimento, a implementação e o uso de tecnologias livres no ensino de ciências e na divulgação científica, em particular no ensino de Física, no contexto de laboratório. A pesquisa aqui relatada já apresenta diversos resultados concretos e seu desenvolvimento vem acontecendo em salas de aula e laboratórios didáticos. Busca-se criar condições para proporcionar a aquisição e o tratamento de dados experimentais através de softwares livres, favorecendo a livre apropriação, a criatividade, e a adequação às realidades locais e regionais. O uso do Tracker para o ensino de Física é promissor por conta de seu baixo custo, de sua versatilidade e do interesse que desperta nos estudantes, tendo em vista a dinâmica de aulas que permite. Além disto, os resultados sugerem a possibilidade de ensinar a utilização deste software em poucas aulas e que, após algumas semanas, mesmo usuários relativamente inexperientes são capazes de empregá-lo na realização de experimentos significativos de Física. Neste sentido, o uso desta tecnologia surge como uma importante alternativa a ser usada nos diversos níveis de ensino e como forma de incrementar as aulas de Física nos cursos de engenharia das universidades brasileiras.

Palavras-chave: Software Tracker, Laboratório de física, Videoanálise.

1 Introdução

Um dos grandes desafios para o nosso país, nestas décadas de crescimento econômico sustentado, é o aumento do número e da qualidade dos profissionais em engenharia, ciências exatas e tecnologias de informação. Após um período de estagnação econômica, em que tais carreiras aparentaram ser menos atraentes que outras, a formação do engenheiro diante dos novos desafios ocupa um lugar central nesta discussão, em que, um problema clássico, a expressiva evasão nos cursos de engenharia é uma preocupação perene. Sobre este fato, algumas motivações são pronunciadas, tais como: ementas das disciplinas básicas desatualizadas e descontextualizadas da realidade atual, a insistência em ensinar processos dinâmicos (movimento, termodinâmica) de forma estática na não menos clássica combinação “lousa e giz” e, acima de tudo, um ensino que reproduz, lamentavelmente, a cultura da “caixa preta”, onde uma sucessão de procedimentos são aplicados sem conexão aparente entre si. Tal modelo de formação termina por permear a formação do profissional de engenharia, fazendo-a de forma alienante e pouco reflexiva, logo, termina-se por ter uma formação que não motiva o estudante na academia e nem emancipa o profissional ao sair desta. Neste artigo relata-se parte dos esforços em mudar esta cultura já no início da formação em engenharia, nas disciplinas de Física Básica, fazendo uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) Livres, onde os processos físicos podem ser acompanhados e tratados em tempo real.

Neste contexto, o programa *Tracker* permite realizar análise de vídeos quadro a quadro, com o que é possível o estudo de diversos tipos de movimento a partir de filmes feitos com câmaras digitais ou *webcams* e computadores comuns (BROWN, 2011; OLIVEIRA, 2011). Entendemos que, através do uso desta tecnologia, professores e estudantes das disciplinas de física tem condições objetivas de desenvolver experimentos significativos e atividades de laboratório de baixo custo, mas de alta qualidade acadêmica. Uma das estratégias adotadas para estimular o uso do *Tracker* foi o desenvolvimento de atividades experimentais compatíveis com o tempo didático das aulas de laboratório de física (BEZERRA Jr, 2011). Muito embora o programa contenha um banco de experimentos realizados previamente, consideramos importante realizar - e testar -, em laboratório, experimentos que, baseados em experiência pedagógica prévia dos professores de Física da UTFPR, são significativos no ensino de Física. Na sequência, são descritos alguns destes experimentos:

1-Queda livre;

2-Movimento Retilíneo Uniforme e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado;

3- Máquina de *Atwood*;

4- Movimento Parabólico;

5-Quantidade de movimento, em uma e em duas dimensões;

2 Metodologia

É comum, no ensino de Física, o professor fazer uma pequena apresentação sobre o assunto a ser estudado, usando fórmulas matemáticas e resolvendo problemas, numa abordagem que, na maioria das vezes, não vem acompanhada de atividades experimentais ou demonstrações em laboratório. Por outro lado, quando as atividades de laboratório são realizadas, há uma tendência em se utilizar roteiros fechados, o que não incentiva momentos de reflexão e o aprofundamento de discussões acerca dos conteúdos (ARAÚJO; ABIB, 2003).

Também por isso o processo de ensino-aprendizagem faz-se desinteressante, os estudantes tornam-se “usuários de fórmulas” que não tem relação com outros campos da cultura e da sociedade, e cria-se um abismo entre o que poderia ser ensinado e o que é, de fato, aprendido. Além disso, este processo inibe o desenvolvimento criativo e a apropriação crítica dos conteúdos. Em nossas abordagens, entendemos que o ensino de física deve ser baseado “na busca de soluções para problemas consistentemente formulados” (DELIZOICOV, 2005) e é nesse contexto que trabalhamos com o desenvolvimento, a divulgação, o ensino e o uso das TICs.

Atualmente, o projeto com o *Tracker* tem por objetivo principal apresentar à professores dos cursos de Ciências Exatas e Tecnológicas, acadêmicos de licenciatura em Física e à estudantes de Engenharia este software livre, de forma a discutir e explorar seu uso e potencialidades e contribuir com o a difusão desta tecnologia educacional. Acreditamos que, desta forma, estamos contribuindo para a melhoria das condições de ensino em cursos de física para engenharia e ciências, incluindo o desenvolvimento do pensar científico e da autonomia crítica dos estudantes.

Importa notar que este projeto se insere em um trabalho mais amplo, referente ao uso de tecnologias livres no ensino de ciências (SAAVEDRA, 2010). No caso específico do trabalho com o *Tracker*, foi desenvolvida uma série de atividades investigativas, que temos utilizado em laboratórios didáticos de Física, e vamos aqui descrever parte da nossa experiência com elas.

Inicialmente, o estudo e o uso do *Tracker* foram feitos de forma a obter-se familiarização com esta ferramenta para auxiliar no ensino de Física (OLIVEIRA, 2010). Uma série de experimentos clássicos de Mecânica foi revisitada à luz do *Tracker* para explorar suas possibilidades e limitações e, com o consentimento do desenvolvedor do software, o programa foi traduzido para o português (OLIVEIRA, 2009). Na sequência, criou-se um mini-curso desenvolvimento - para que estudantes e professores de Física tenham acesso ao programa e possam utilizá-lo, com autonomia, em experimentos desta disciplina.

Realização de Experimentos com Vídeoanálise

No desenvolvimento dos experimentos escolhidos, são necessários cuidados com o procedimento de filmagem. Estes cuidados devem ser tomados para assegurar a qualidade dos vídeos e permitir que os resultados obtidos com o *Tracker* sejam significativos para que se possa extrair deles informações relevantes sobre o problema físico estudado.

Assim, a qualidade da imagem e da luminosidade são importantes porque, no decorrer do vídeo, a imagem que inicialmente era nítida vai gerando traços cada vez mais distorcidos, dificultando assim a marcação quadro-a-quadro. A experiência com a vídeoanálise indica que câmeras que filmam a taxas de vinte quadros por segundo já são suficientes para obtermos resultados de boa qualidade (Figura 1). Importa notar, também, que a câmera deve estar fixa, O *Tracker* é um software que trabalha com a variação da posição, então, se a câmera move-se durante a filmagem, os pontos de referência não são mais fixos e, conseqüentemente, isto pode prejudicar a obtenção de dados experimentais significativos para a análise proposta.

Na sequência, uma breve descrição de algumas possibilidades de uso do *Tracker* em experimentos para o ensino de Física em cursos de Ciências e de Engenharia.

2.1 Queda Livre

Neste experimento, o objetivo é demonstrar o caráter acelerado do movimento de queda livre e mensurar a aceleração da gravidade. Trata-se do primeiro experimento, usando o *Tracker*, que realizamos com os alunos em nossas aulas por ser relativamente simples e ser também ideal para a familiarização dos alunos com o software.

Nossa experiência revela que duas aulas de cinquenta minutos são suficientes para a realização deste primeiro experimento. Este tempo engloba desde a preparação do experimento e a gravação do vídeo até a análise e discussão dos dados pelos próprios alunos. Previamente, é necessário que os alunos tenham uma introdução (uma palestra de 30 minutos) sobre o *Tracker* para terem condições de utilizá-lo com sucesso.

Para a realização deste experimento, podemos usar qualquer objeto, por exemplo, uma bola de tênis, uma maçã ou até uma pequena garrafa plástica, como usado na imagem contida na Figura 1. Os pontos em vermelho, à esquerda, representam quadros sucessivos da queda do objeto. À direita, observa-se um gráfico da posição em função do tempo. Os estudantes podem demonstrar que esta curva é uma parábola e, a partir disto, determinar a aceleração da gravidade.

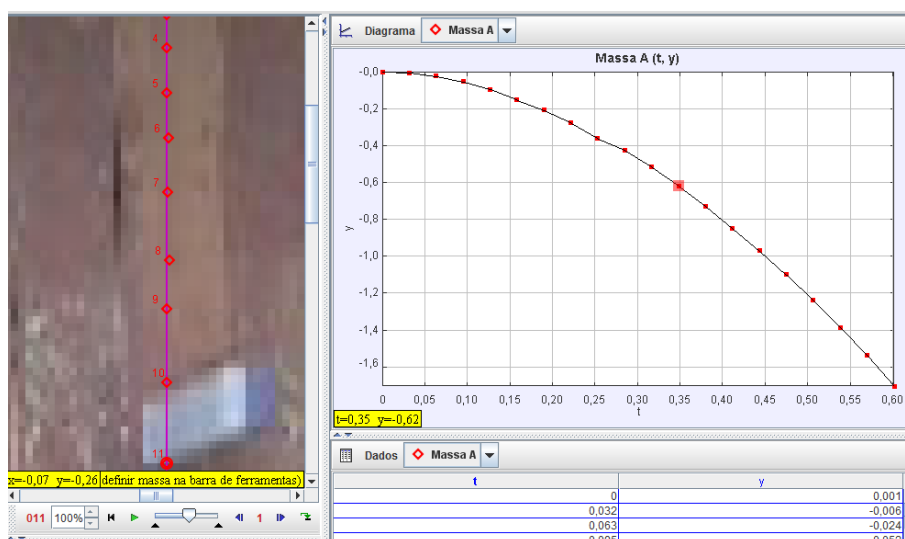


Figura 1 – Tela do software *Tracker* do experimento de queda livre.

Feita a filmagem e a análise dos dados, temos condições de iniciar interessantes discussões com os alunos e debater os aspectos relevantes e importantes do experimento, como por exemplo, influência da resistência do ar, velocidade terminal, aceleração da gravidade em diferentes altitudes, dentre outros.

2.2 Movimento Retilíneo Uniforme e Movimento Retilíneo Uniformemente Variado

Neste caso, desenvolvemos a experiência a partir de outra já existente na UTFPR e maioria das universidades brasileiras, utilizando um trilho de ar como o mostrado na Figura 2. Nesta imagem específica, note-se que quinze pontos experimentais são obtidos numa passada do carrinho, enquanto que apenas dois pontos podem ser obtidos com os *fotogates*.

Trata-se de um trilho que, através de um colchão de ar, diminui o atrito do “carro” para simular os movimentos retilíneos uniformes e movimentos retilíneos uniformemente variados (aceleração constante). Os dados são, em geral, captados com o auxílio de *fotogates*. Os alunos mudam as posições dos *fotogates* e vão marcando tempos em distâncias diferentes para, assim, determinar as velocidades média e instantânea do carrinho.

Com o *Tracker* e a utilização de câmeras filmadoras este processo torna-se bem mais simples. Em um movimento de 1 segundo, por exemplo, são capturados cerca de 30 quadros (dependendo da câmera utilizada) para análise e, isto, do ponto de vista prático, é muito superior ao que era feito anteriormente com os *fotogates*, porque há muito mais pontos experimentais, o que torna o experimento mais significativo.

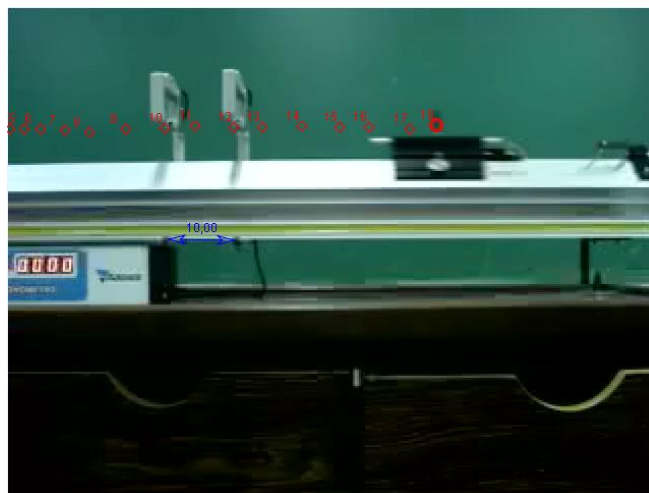


Figura 2- Experimento com o trilho de ar utilizando o *Tracker*.

Outro avanço importante alcançado com o *Tracker* diz respeito à preparação dos experimentos, por exemplo, o movimento retilíneo uniforme (MRU). Para o carrinho do trilho de ar entrar em movimento, é necessário que um peso o puxe por um tempo muito pequeno, que deve ser imperceptível para os *fotogates*, a fim de que apenas o MRU seja observado. Mas com o *Tracker* podemos captar o movimento retilíneo uniformemente variado (MRUV) neste transiente inicial e, na sequência, detectar, analisar e estudar o MRU.

2.3 Máquina de Atwood

A máquina de *Atwood* é um sistema no qual duas massas estão penduradas por um fio (geralmente de massa desprezível) e uma roldana (geralmente com atrito desprezível), de modo que a maior massa desce ligada pelo fio à menor, que sobe (Figura 3). Novamente, observam-se os muitos dados experimentais (posição x tempo) obtidos com o *Tracker*.



Figura 3 – Máquina de *Atwood*

O objetivo, então, é medir a aceleração com que o objeto mais pesado desce e, mais uma vez, com o *Tracker* é possível fazê-lo com uma qualidade superior aos métodos utilizados anteriormente na universidade.

A equação abaixo, facilmente obtida por aplicação das Leis de Newton da Dinâmica, relaciona a aceleração às massas envolvidas no movimento.

$$a = \frac{(m_2 - m_1)}{(m_2 + m_1)} g \quad (1)$$

onde: a é a aceleração, g é a aceleração da gravidade e m_1 e m_2 são as massas envolvidas.

2.4 Movimento Parabólico

No movimento parabólico, o objetivo é demonstrar a independência dos movimentos vertical e horizontal, havendo um movimento uniforme no eixo das coordenadas (eixo X) e outro uniformemente variado no eixo das ordenadas (eixo Y). Podemos também calcular a aceleração da gravidade que age sobre o objeto (Figura 4).

Para realizar este experimento, foram usados carrinhos de brinquedo e uma rampa: o carrinho desliza na rampa e depois pousa sobre o suporte da lousa (Figura 4); outra forma de fazer o experimento é deixar o carrinho deslizar sobre uma superfície horizontal (por exemplo, uma mesa) para depois cair no chão.

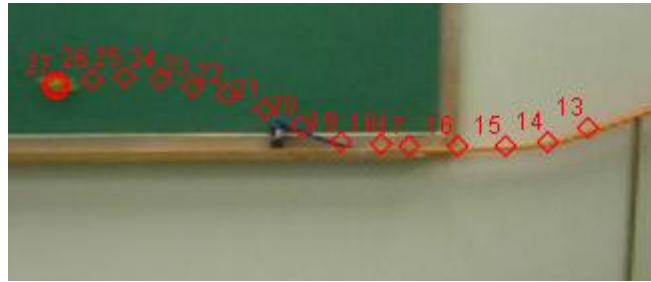


Figura 4 – Movimento Parabólico

Um ponto positivo a ser destacado é ser possível não só analisar o movimento principal, mas também os repiques do carrinho ao bater no chão até parar totalmente.

2.5 Quantidade de Movimento em uma dimensão (1D)

Nestas experiências sobre conservação da quantidade de movimento, é necessário que as partículas colidam ao longo de uma linha reta (Figura 5).

Desta forma, se a colisão for elástica, a energia cinética total também se conserva, mas, nas experiências reais, nem sempre as colisões são elásticas. O fato é que, com o *Tracker*, a análise do movimento pré-colisional e o pós-colisional, torna possível a obtenção resultados experimentais significativos que demonstram haver sempre conservação de momento linear e, às vezes (caso da colisão elástica) também a conservação da energia. Esta é uma atividade de laboratório que permite o estudo experimental de um assunto nem sempre simples de se tratar nas aulas de física.



Figura 5 – Carrinhos e rampa utilizados nos experimentos de colisão (1D).

A rampa a ser utilizada é de extrema importância para manter o movimento unidimensional e não permitir que os carrinhos desviem seu curso. A experiência demonstra

que é necessário filmar pelo menos dois ou três vídeos para captar o exato momento de contato na colisão.

2.6 Quantidade de Movimento em duas dimensões (2D)

Para o experimento de conservação do momento linear em 2D, deve-se gravar as colisões em mesas de mini Hockey, que tem a característica de possuir saídas de ar para diminuir o atrito, o que, para colisões bidimensionais, é uma característica ideal.

Nos movimentos estudados, um dos projeteis está em repouso até o momento da colisão, enquanto o outro era arremessado ao seu encontro (Figura 6); os discos (em azul escuro) deslizam na mesa colorida (em azul e amarelo). As marcações (losangos) azuis claras e vermelhas representam os discos em posições sucessivas. Este experimento ainda está em desenvolvimento para que seja possível utilizá-lo em sala de aula.

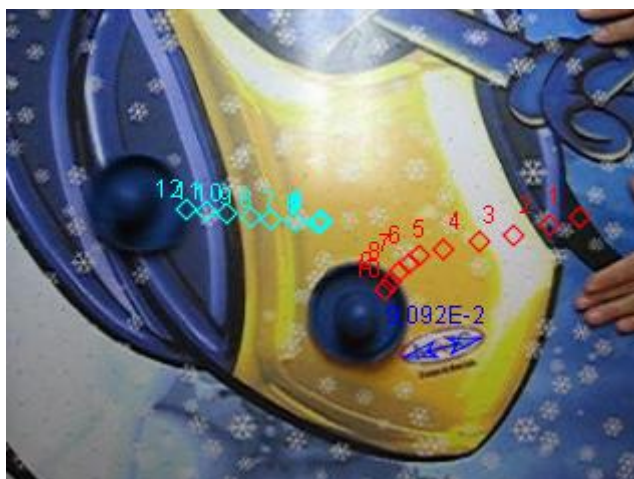


Figura 6 – Colisão Bidimensional na mesa de Mini-Hockey.

3 Considerações finais

Este projeto está inserido num projeto de pesquisa e extensão que tem como objetivo o uso, o desenvolvimento e a difusão de tecnologias educacionais livres e de artefatos de baixo custo, mas alta relevância acadêmica, no ensino de física para cursos de engenharia e ciências.

Com este trabalho procurou-se demonstrar a experiência obtida com o *Tracker* e a forma como é o desenvolvimento de atividades com o software na UTFPR. Intencionamos favorecer a construção colaborativa do conhecimento, que é um dos objetivos das comunidades de Tecnologias Livres. Está sendo desenvolvida uma página web em português para a divulgação e troca de experiências dos usuários do software.

O uso do *Tracker* para o ensino de Física é promissor por conta de seu baixo custo, de sua versatilidade, da possibilidade de trocas de experiências e conhecimento e do interesse que desperta nos estudantes, tendo em vista a dinâmica de aulas que permite. Além disso, os

resultados preliminares sugerem a possibilidade de ensinar a utilização deste software em poucas aulas e que, após algumas semanas, mesmo usuários relativamente inexperientes são capazes de empregá-lo na realização de experimentos significativos de física.

Neste sentido, o uso desta tecnologia surge como uma importante alternativa a ser usada nos diversos níveis de ensino e como forma de incrementar as aulas de física nos cursos de engenharia e ciências exatas, desta forma, colaborando para uma formação que motive os estudantes, abrindo-lhes a possibilidade de participar da construção deste conhecimento ao tratar o *Tracker* não como uma “caixa preta”, mas como uma ferramenta que pode ser customizada e melhorada através da troca de experiências entre os seus usuários mundo afora.

4 Referências

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003.

BEZERRA Jr, A. G.; LENZ, J. A.; OLIVEIRA, L. P. . Uso de Videoanálise em Sala de Aula: Experimentos de Física com o Software Tracker. 2011.

BROWN, D. Video Analysis and Modeling Tool for Physics Education. Disponível em <<http://www.cabrillo.edu/~dbrown/Tracker/>>, acesso em 04 de Junho de 2011.

DELIZOICOV, D. Problemas e Problematizações. In: PIETROCOLA, M. (Org.). *Ensino de Física*. Florianópolis: UFSC, 2005. p. 125-150.

OLIVEIRA, L. P.; SAAVEDRA, N.; LENZ, J. L.; A. G. Bezerra-Jr . Tecnologias Livres no Ensino de Física: Vídeo-Análise em Experimentos de Mecânica.. In: I CICPG SUL BRASIL - CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO - SUL BRASIL, 2010, Florianópolis. CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO - SUL BRASIL, 2010.

OLIVEIRA, L. P.; LENZ, J. A.; SAAVEDRA, N.; Arandi G. Bezerra, Jr. Divulgando e ensinando análise de vídeo em sala de aula: experimentos de mecânica com o software Tracker. In: XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física SNEF 2011, 2011, Manaus. Anais do XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física SNEF 2011, 2011.

OLIVEIRA, L. P.; ALESSI, A.; SANTANA, A. N. A Física pela perspectiva de uma WebCam. Trabalho de Conclusão da Disciplina de Oficinas de Integração 1 do Curso de Engenharia de Computação, Curitiba: UTFPR, 2009.

SAAVEDRA, N.; Miquelin, A. F.; FLORCZAK, M. A.; Arandi G. Bezerra, Jr. Inovações no Ensino de Física Moderna nos Cursos de Engenharia da UTFPR. In: XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE, 2010, Fortaleza. COBENGE 2010 - XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2010.

INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN PHYSICS EDUCATION: VIDEO ANALYSIS USING THE SOFTWARE TRACKER

Abstract: *This work reports the use of video analysis in physics education and its application in basic physics experiments. These ideas are a part of a project, being developed at UTFPR, based on the use of free technologies in science teaching, in this case, specifically laboratory physics classes. This approach has been implemented in physics lectures and laboratory activities at our university. It aims, by using free technologies, to enhance the development of free thinking and creativity among students, in an environment that has a strong connection with local educational realities. It is believed that Tracker is a promising tool in physics education due to its low cost, versatility, and the possibility, allowed by using it, the improvement of student's participation in physics classes. The results indicate that students can learn how to use the software after only a few lectures, in addition, a couple of weeks after being introduced to this technology, they can use it in real classroom physics experiments and this technology could be an important tool to be used towards the improvement of physics teaching in all educational levels, and particularly in physics education for engineering and physics courses.*

Palavras-chave: *Software Tracker, Physics education, Video analysis.*