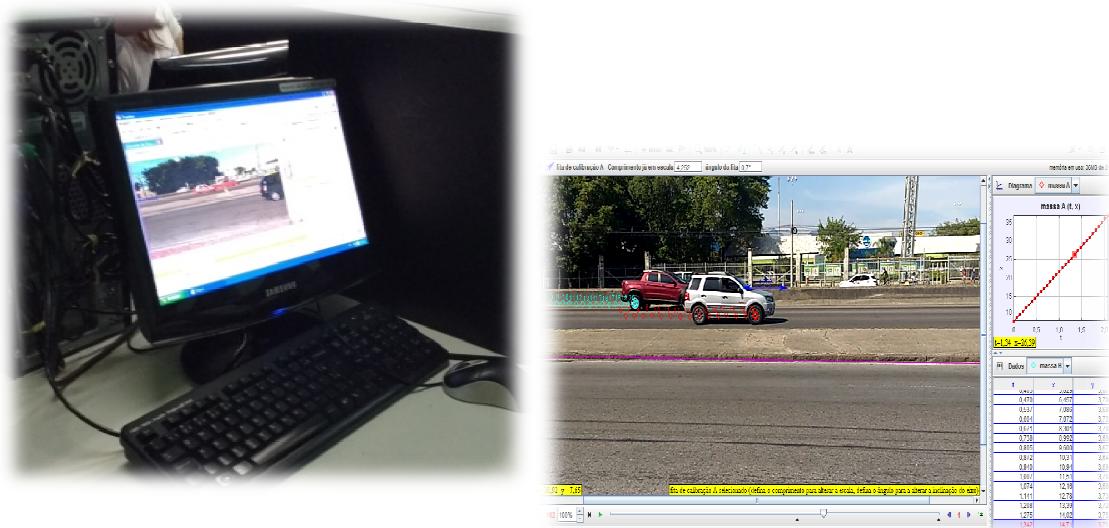


# APRENDIZAGEM DE GRÁFICOS DE CINEMÁTICA POR MEIO DE VIDEOANÁLISE ASSOCIADO AO MÉTODO IpC

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM ENSINO DE CIÊNCIAS  
DO INSTITUTO FEDERAL DO RIO DE JANEIRO



*Autores*  
*Mariana de Almeida Jotta Barros*  
*Vitor Luiz Bastos de Jesus*

## SUMÁRIO

<b>1 Introdução</b>	<b>3</b>
<b>2 O método</b>	<b>3</b>
<b>2.1 O que é videoanálise?</b>	<b>3</b>
<b>2.2 Instruções básicas para fazer uma filmagem</b>	<b>4</b>
<b>2.3 O que é o método IpC?</b>	<b>8</b>
<b>3 Descrição da sequência didática</b>	<b>11</b>
<b>3.1 Etapas da sequência didática</b>	<b>12</b>
<b>3.1.1 Primeira atividade: Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)</b>	<b>21</b>
<b>3.1.2 Segunda atividade: Movimento Retilíneo Uniformemente Variável (MRUV)</b>	<b>26</b>
<b>3.1.3 Terceira atividade: Experimento da lata que vai e volta</b>	<b>30</b>
<b>4 Referências</b>	<b>36</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Proporcionar um ensino de física através da experimentação pode ser um forte aliado para uma aprendizagem sólida, pois além de trabalhar conteúdos específicos, possibilita a promoção de um ensino atrativo ao aluno.

Dentre os conceitos específicos a serem trabalhados no ensino de física, destaco a importância da interpretação de gráficos. Para os físicos os gráficos estão de tal forma presentes na Física, que Beichner (1994) considera uma segunda linguagem. A interpretação de gráficos pode ser considerada uma habilidade integradora no cotidiano visto que diversas áreas do conhecimento utilizam dados e informações representados na forma de gráficos.

Segundo Beichner (1996) a principal confusão que os alunos fazem ao se depararem com gráficos de cinemática é a crença que os gráficos funcionam como uma espécie de fotografia do movimento.

A fim de amenizar as dificuldades na interpretação de gráficos de cinemática dos alunos do primeiro ano do ensino médio, de uma escola da rede pública de educação é proposto neste trabalho uma sequência didática que aborda o uso da videoanálise associada à metodologia instrução pelos colegas.

As aulas consistem da videoanálise de movimentos de diferentes tipos de fenômenos físicos através do software livre *Tracker* (BROWN, 2009). Essa ferramenta pode ser considerada uma alternativa de experimentação para escolas que não possuem laboratórios didáticos, mas que tenham disponível em seu espaço físico um laboratório de informática.

## 2 O MÉTODO

### 2.1 O que é a vídeoanálise?

A videoanálise funciona como uma análise de vídeos quadro a quadro onde a posição do objeto é observada quadro a quadro possibilitando o encontro de sucessivas posições em função do tempo permitindo o estudo de diversos tipos de movimento a partir de filmes feitos com câmeras digitais ou *webcams* e computadores comuns

A videoanálise além de possibilitar o usuário a análise quadro a quadro de diferentes tipos de movimentos também permite a análise de movimentos de difícil visualização pelos olhos humano, é possível também fazer o estudo de movimentos que não podem ser facilmente medidos no laboratório tradicional.

É um recurso que pode ser usado para reforçar conteúdos em uma disciplina, no ensino médio, fundamental e em cursos de formação de professores, entre outros. Para fins educacionais, consiste de uma tomada de um vídeo de um fenômeno ou experimento a ser analisado a fim de compreender algumas grandezas físicas.

O uso dessa tecnologia concede a professores e estudantes de física condições de desenvolver experimentos significativos e atividades de laboratório de baixo custo, mas de alta qualidade acadêmica, o que pode ser muito útil no ensino-aprendizado da física.

Neste trabalho, a videoanálise será feita com auxílio do *software* livre *Tracker* (BROWN, 2009). O *Tracker* é um *software* que pode ser obtido e repassado livremente e também está aberto a modificações realizadas pelo usuário (BEZERRA JUNIOR *et al.*, 2011).

Para Oliveira (2014) o uso da videoanálise pode promover o interesse dos alunos de primeiro ano do ensino médio no processo de ensino-aprendizagem. Na opinião desse autor o *software* livre *Tracker* é uma ferramenta educacional extremamente útil para ser utilizada na disciplina de física podendo compensar a falta de um laboratório didático, principalmente nas escolas da rede pública. Também destaca o *software* livre *Tracker* como uma ferramenta capaz de abordar tanto experimentos simples quanto experimentos mais complexos.

## 2.2 Instruções básicas para fazer uma filmagem

A filmagem para análise deve preencher alguns critérios para que a análise feita permita obter grandezas com valores o mais próximo o possível da realidade. Para tal alguns cuidados devem ser tomados:

1. Preparação do ambiente de filmagem

A escolha do plano de fundo onde será feita a filmagem deve contrastar com experimento ou do movimento a ser analisado, por exemplo, se objeto no qual será feito a marcação de pontos possuir uma cor escura é preciso optar por um plano de fundo claro e vice-versa.

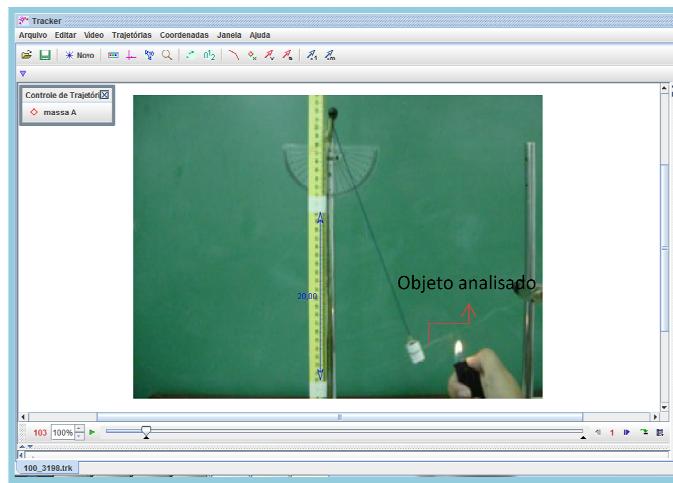


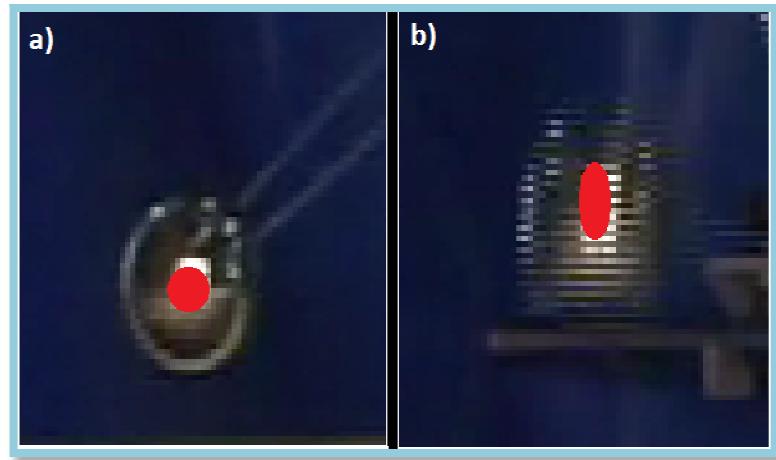
Figura 1: Contraste entre o objeto a ser analisado em cor branca e o plano de fundo na cor verde.

A câmera precisa estar alinhada com o experimento ou movimento a ser filmado, ou seja, ambos devem estar no mesmo plano.

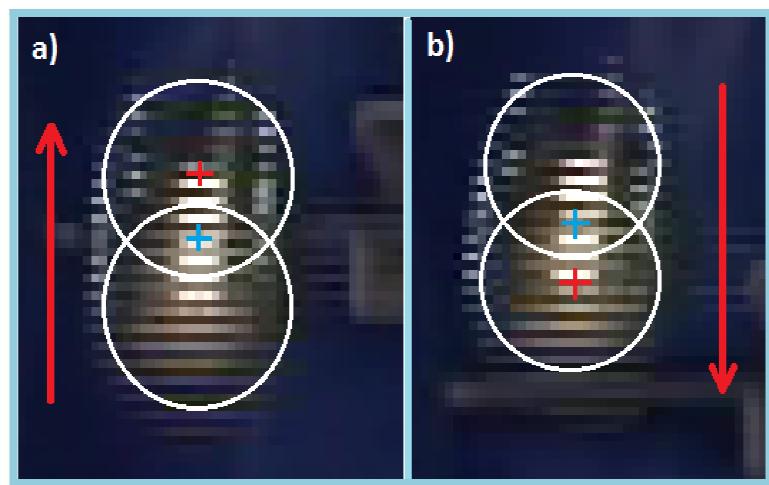
## 2. Câmera

É imprescindível que o usuário conheça a taxa de quadros, *fps (frames per second)* que a sua câmera ou webcam filma. Ao saber essa informação o usuário pode ajustar a taxa de quadros no software *Tracker* e efetuar a marcação de pontos adequada para cada vídeo filmado.

Para experimentos com movimentos rápidos sugerimos a gravação do vídeo no modo câmera lenta, pois nesse caso o usuário conseguirá marcar uma quantidade maior de pontos durante a videoanálise. Vale destacar que nesses tipos de vídeos ocorre a formação de um “rastro” do objeto a ser analisado na filmagem gerando um erro sistemático. A fim de diminuir esse erro usuário pode aumentar a iluminação local. Contudo, se o “rastro” na filmagem persistir é importante aproximar o local da marcação de pontos.



**Figura 2:** Imagem de um pêndulo retirada de quadros específicos do software *Tracker*; (a) imagem de quando o pêndulo está em estado de menor energia cinética (amplitude máxima), o contorno da esfera é nítido; (b) imagem de quando o pêndulo possui energia cinética máxima (amplitude mínima) e por isso ocorre um borrão no quadro correspondente a esse instante de tempo.



**Figura 3:** Imagem do pêndulo com velocidade máxima e seus devidos sentidos; ponto em vermelho são as marcações corretas e em azul as marcações incorretas.

Se for considerado o centro da esfera como sendo o ponto médio (em azul) do “rastro” essa marcação estará deslocada no eixo vertical (y) para cima ou para baixo e não será compatível com o ponto experimental. Deve ser levado em consideração o sentido da trajetória do objeto, caso o objeto esteja subindo como mostra a figura 3 (a), o centro da esfera estará no ponto marcado em vermelho e se o objeto estiver descendo conforme a figura 3 (b) o centro da esfera será o ponto em vermelho.

### 3. Preparação do experimento

É importante ressaltar que experimentos ou objetos que precisem ficar muito afastados da câmera podem formar o efeito paralaxe.

Outra consideração também importante é utilizar uma régua ou algum objeto com tamanho conhecido próximo ao elemento a ser filmado. A inserção desse objeto permitirá a

calibração do software *Trakcer* e dessa forma o usuário poderá obter valores de grandezas próximos a sua realidade.

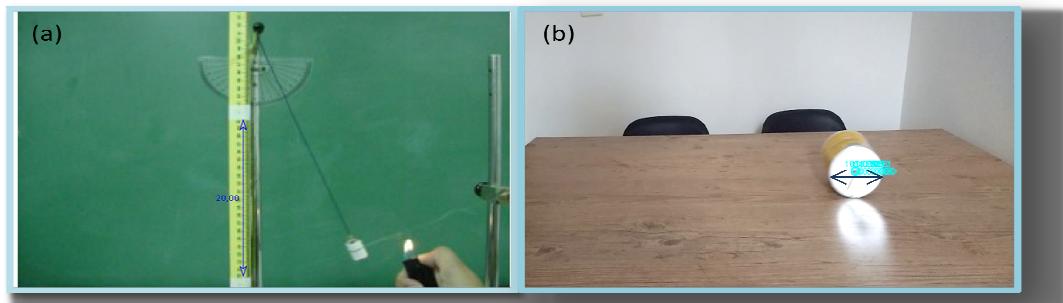


Figura 4: (a) experimento utilizando uma régua com item para calibração. (b) experimento utilizando o diâmetro da lata previamente conhecido como item de calibração.

## Referências

Neste espaço é possível consultar alguns trabalhos sobre o uso da videoanálise em experimentos acadêmicos quanto do seu uso voltado para o ensino de física. As leituras desses trabalhos podem auxiliar na compreensão dessa ferramenta para o leitor.

BEZERRA JUNIOR, A. G.1; LENZ, J. A.2; OLIVEIRA, L. P.3; SAAVEDRA, N.4. Manual para Usuários Iniciantes no software *Tracker*. i f., Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2011.

BROWN, D.; COX, A. J. Innovative uses of video analysis. *American Association of Physics Teachers*. 2009.

BROWN, Douglas. Video Analysis and Modeling Tool for Physics Education. Disponível em <<http://www.cabrillo.edu/~dbrown/Tracker/>>, acesso em 5 de Março de 2011.

DA SILVA, J.C.G. Uma proposta de ensino de gráficos de cinemática com uso de videoanálise mediado por uma metodologia de aprendizagem ativa. 112f. Dissertação (Pós-graduação em Ciência Tecnologia e Educação) – CEFET/RJ. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2016.

DE JESUS, Vitor L. B. Experimentos e videoanálise: Dinâmica – 1º Ed. – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014. 236p.

PINTO NETO, O.; MAGINI, M.; SABA, M. M. F. Análise cinemática de um movimento de Kung-Fu: A importância de uma apropriada interpretação física para dados obtidos através de câmeras rápidas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 235 – 239, 2006.

WRASSE, A. C.; ECTHEVERRY, L. P. Investigando o impulso em *crash tests* utilizando vídeo-análise. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. Bagé, v.36, n.1, p.1501, 2014.

WYREMBECK, E. P. Video analysis with a web camera. *American Association of Physics Teachers*. 2009.

### 2.3 O que é o método IpC?

De maneira geral o método instrução pelos colegas (IpC) é focado na aprendizagem conceitual e no desenvolvimento de habilidades sociais e cognitivas (CROUCH; MAZUR, 2001) através de atividades que visam à aprendizagem de conceitos teóricos básicos no qual os estudantes explicam tais conceitos a outros estudantes. O método foi desenvolvido na década de 90 pelo professor de física Eric Mazur, da Universidade de Harvard. O método instrução pelos colegas é originalmente chamado de *peer instruction*.

O IpC trata-se de uma metodologia ativa que se contrapõem ao ensino tradicional, caracterizado por aulas exclusivamente expositivas. A abordagem desta metodologia está alicerçada em atividades programadas nas quais procura-se engajar o estudante durante todo processo de aprendizagem.

A metodologia proposta por Mazur (1997) pode ser explicada através do seguinte diagrama:

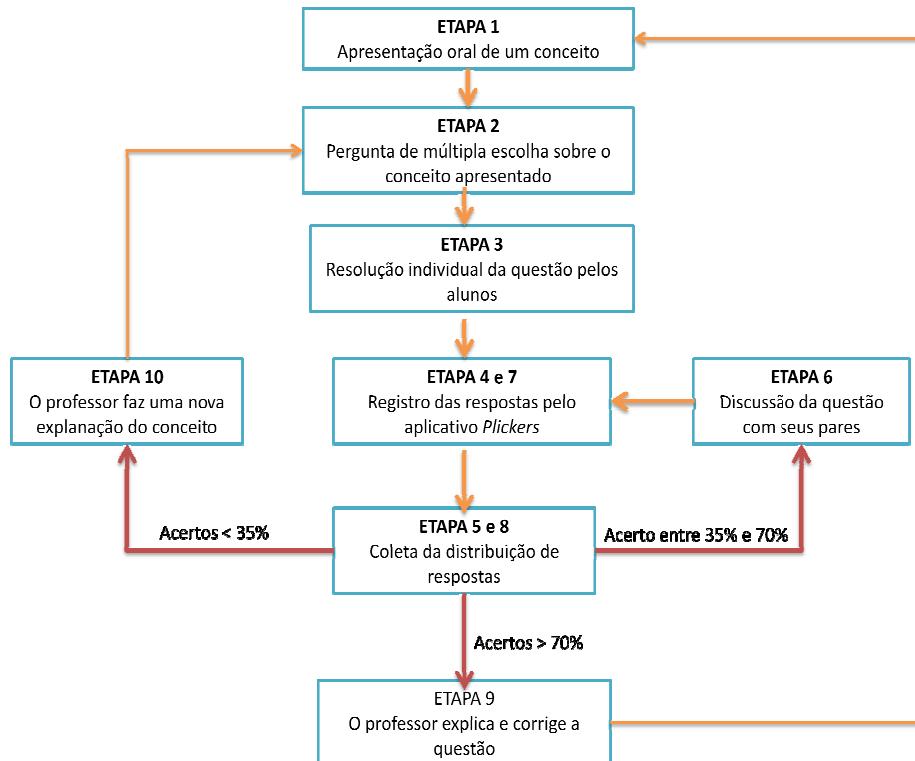


Figura 5: Diagrama de implementação da metodologia IpC adaptado de ARAUJO e MAZUR (2013).

## Referências

Neste espaço é possível consultar alguns trabalhos sobre o uso da metodologia IpC voltados para o ensino de física. As leituras desses trabalhos podem auxiliar a compreensão dessa metodologia.

CROUCH, C. H., MAZUR, E. Peer Instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics.* v. 69, n. 9, p. 970, 2001.

MAZUR, E. Peer Instruction: A revolução da aprendizagem ativa / Eric Mazur; tradução: Anatólio Laschuk. Porto Alegre: Penso, p.252, 2015.

MAZUR, E.; SOMERS, M. D. Peer instruction: A user's manual. Upper Saddle River, N.J. Prentice Hall, 1997. 253 p.

MÜLLER, M. G.; BRANDÃO, R. V.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Implementação do método de ensino Peer Instruction com o auxílio dos computadores do projeto UCA em aulas de Física do Ensino Médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 29, p. 491-524, 2012.

MÜLLER, M. G., ARAUJO, I. S., VEIT, E. A., SCHELL, J. Uma revisão da literatura acerca da implementação da metodologia interativa de ensino *Peer Instruction* (1991 a 2015). *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Brasil, v. 39, n. 3, fev. 2017.

DOS REIS, W. D. *Utilização do método instrução por colegas (peer instruction) aliado a simulações computacionais para o ensino de fontes de energia: produção, distribuição e consumo*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – PROPEC, IFRJ, Rio de Janeiro. 2018.

### 3. DESCRIÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Com a finalidade de aperfeiçoar a leitura, compreensão e interpretação de gráficos de cinemática dos estudantes do ensino médio, a metodologia deste trabalho foi organizada em uma sequência com cinco etapas, das quais foram necessárias nove aulas. Cada aula possuiu dois tempos de 50 minutos que equivalem a uma aula de 1h e 40 min.

**Tabela 1:** Etapas da sequência didática.

Etapa	Atividade	Carga horária	Instrumentos utilizados
1°	Aula inaugural.	1h e 40 min	Lista de exercícios com tomada de respostas pelo aplicativo <i>Plickers</i> .
2°	Aplicação do pré-teste.	1h e 40min	Teste conceitual TUG-K v4.0.
3°	Ambientação ao laboratório de informática e ao software <i>Tracker</i> .	1h	Apresentação do “Manual do software <i>Tracker</i> para estudantes” e videoanálise do vídeo Carros na Avenida Brasil.
4°	Aulas combinando videoanálise com a metodologia IpC.	8h e 20min	Videoanálise de diferentes movimentos; roteiros sobre MRU e MRUV; metodologia IpC; uso do aplicativo <i>Plickers</i> .
5°	Aplicação do pós-teste.	1h e 40min	Teste conceitual TUG-K v4.0.

### 3.1 ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

#### ❖ Primeira etapa: aula inaugural – apresentação da metodologia IpC

A primeira etapa consiste uma aula inaugural na qual deve ser apresentada aos alunos a metodologia, videoanálise mediado pelo método IpC, que será empregada nas próximas aulas. Assim como a explanação de todas as etapas que eles serão submetidos.

Visto que a metodologia do presente trabalho traz elementos novos à realidade do aluno, como a videoanálise, a metodologia ativa IpC e o uso do aplicativo *Plickers*. Para isso, foram abordadas questões conceituais básicas sobre física a serem respondidas como sugere a metodologia ativa escolhida e com o auxílio do cartão resposta (*flashcard*) com a finalidade de adaptação à metodologia IpC e ao aplicativo *Plickers*.

A obtenção de respostas pela metodologia será feita através do aplicativo *Plickers*. Este sistema permite obter resposta em tempo real através de cartões respostas, *flashcards* que funcionam como um QR Code (código de barras facilmente escaneado por *smartphones*) e cada aluno recebe um cartão resposta numerado, por exemplo, o aluno A corresponde ao cartão resposta de número 1 enquanto o aluno B corresponde ao cartão resposta de número 2. Os cartões possuem alternativas A, B, C e D, essas alternativas correspondem a um lado específico do cartão como mostra a Figura. 1 (o acesso aos cartões resposta encontra-se disponível e livre no site <https://www.plickers.com/cards>).

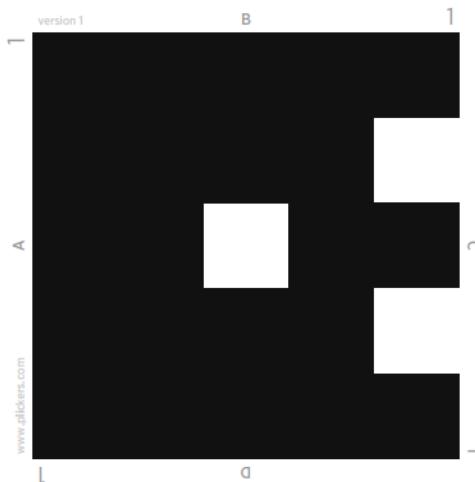


Figura 6: Exemplo de cartão resposta (*flashcard*).

Fonte: [https://www.plickers.com/PlickersCards\\_2up.pdf](https://www.plickers.com/PlickersCards_2up.pdf)

Para o professor ter acesso às respostas, basta o aluno mostrar o cartão resposta com o lado correspondente à alternativa escolhida para cima e voltado para o *smartphone* do professor, e este receberá em sua tela as respostas escolhidas por cada aluno e a porcentagem de acertos da turma de maneira instantânea.

O uso do aplicativo é simples, basta o professor se cadastra no site do aplicativo *Plickers*, em seguida cadastrar uma lista com os nomes referentes a uma turma e adicionar as questões no site do aplicativo. Feito isso, o professor faz um *download* do aplicativo no *smartphone* e já pode utilizar a ferramenta em sala de aula. As respostas e a porcentagem de acertos ficam registradas tanto no aplicativo do *smartphone* quanto no site do desenvolvedor.

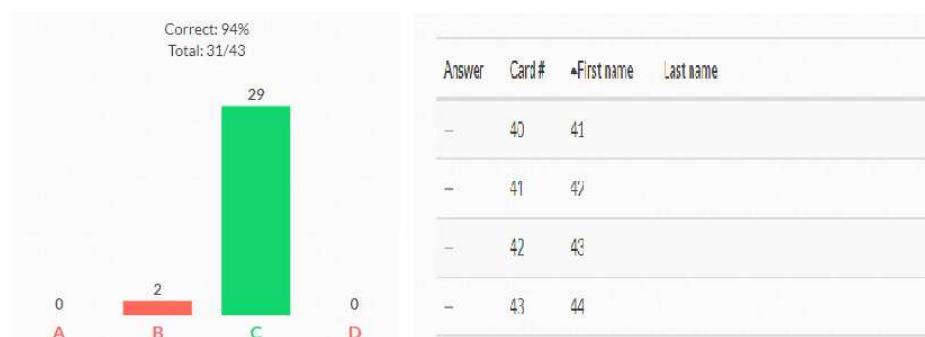


Figura 7: Porcentagem de acertos da turma em uma questão e tabela exibindo alunos e respostas escolhidas.



Figura 8: Obtenção de respostas pelo aplicativo.

Nessa aula foram escolhidas questões que revisassem os conteúdos do primeiro bimestre por ser uma aula que se encontrava anterior à semana de provas. Foram abordados conceitos sobre movimento relativo, deslocamento e velocidade. Nessa etapa

fica livre a escolha das questões pelos professores a serem trabalhadas, pois depende do período letivo em que será aplicada.

Após a adaptação da turma a metodologia IpC e ao aplicativo de tomada de respostas é importante que seja problematizada a importância da leitura de gráficos através de questionamentos levantados pelo professor “O que é e qual é a função da mecânica clássica?”, “Qual a importância da leitura de gráficos?”, ou “Em quais momentos a interpretação de um gráfico se fez presente no seu cotidiano?”.

#### ❖ Segunda etapa: aplicação do pré-teste – TUG-K v4.0

---

A segunda etapa compreende na aplicação do pré-teste, TUG-K v4.0, que apesar de ter sido desenvolvido para alunos universitários, no presente trabalho foi aplicado em turmas do primeiro ano do ensino médio. A aplicação do pré-teste visa analisar os conhecimentos prévios dos alunos sobre gráficos relacionados à cinemática. A partir dos resultados obtidos no pré-teste foram desenvolvidos vídeos para as atividades videoanálise combinadas com a metodologia IpC.

Foi reservado para essa etapa um tempo extra de 50 minutos. O tempo excedente foi utilizado anteriormente à resolução do pré-teste no qual é explicado aos alunos a função do pré-teste, sua importância para avaliar a metodologia e o ganho de aprendizagem após a aplicação da metodologia. Também foi explicado aos alunos que a resolução do teste não somaria pontos na média bimestral e por isso, os alunos o fariam de forma anônima.

Vale destacar que tanto a resolução das questões do pré-teste, do pós-teste e das questões conceituais realizadas durante as atividades de videoanálise combinadas com a metodologia IpC, etapa quatro, não constaram como avaliação e, portanto, a resolução correta ou não dessas questões não implicou em pontuação ou nota.

#### ❖ Terceira etapa: aula de apresentação à videoanálise e ambientação ao laboratório de informática e ao software Tracker

---

Na terceira etapa os alunos são levados ao laboratório de informática da escola onde se apresenta a videoanálise e o software *Tracker*. É ensinado o passo a passo para o uso do software *Tracker* através do manual fornecido pelo professor aos alunos. São necessários apenas uma aula para a realização dessa etapa. Os objetivos dessa aula são explicar o que comprehende a videoanálise, ambientar os alunos ao laboratório de informática, apresentar o software *Tracker*, seu manual assim como os comandos fundamentais para a realização da videoanálise.

Devido à ausência na literatura de um manual para os alunos de ensino médio com linguagem simples, de fácil assimilação e que aborde os principais comandos para a execução da videoanálise foi desenvolvido “O manual do software Tracker para estudantes” que utilizou como base o manual desenvolvido pelo grupo universitário da UTFPR (Universidade Tecnológica Federal do Paraná).

### Manual do *software Tracker* para estudantes

#### O que é videoanálise?

A videoanálise permite o estudo de movimentos de difícil visualização pelos olhos humanos e consiste de uma tomada de um vídeo de um determinado fenômeno ou experimento a ser analisado. Sua finalidade é entender algumas grandezas físicas que é possível através da marcação da posição do corpo quadro a quadro. O *software Tracker* é uma ferramenta computacional livre, seu *download* pode ser feito através do link <https://physlets.org/tracker/>.

Aqui será descrito o passo a passo necessário para a obtenção de dados no *software Tracker*.

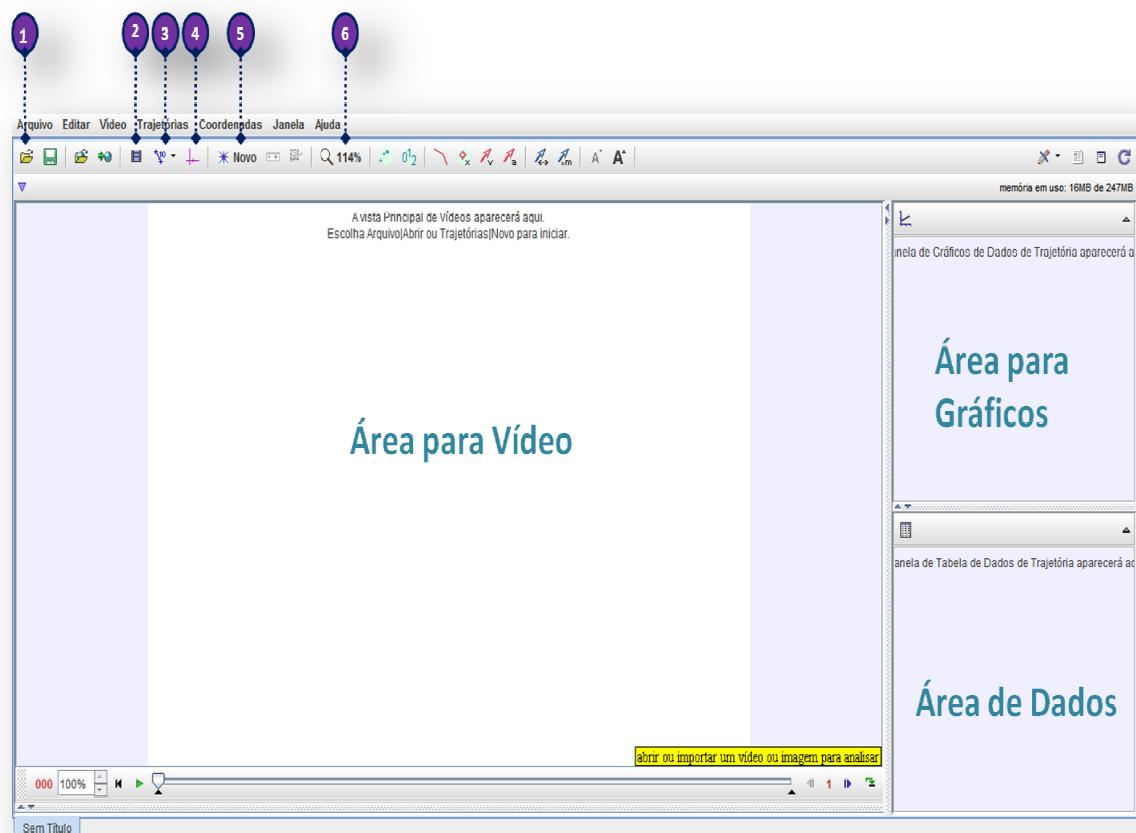


Figura 9: Interface gráfica do *software Tracker*.

### 1 Abrir vídeo

O ícone *Open* (  ) permite abrir vídeos do *Quick Time* (.mov) ou vídeos com a seguinte extensão .trk, esta é a extensão usada para arquivos salvos no programa *Tracker*.

### 2 Editar o vídeo

Antes de começar a análise é preciso saber o quadro ou tempo exato em que o experimento começa. E esta informação permite editar o vídeo para começar e terminar no momento desejado. Para isso, é preciso clicar em *Clip Setting* (  ), onde abrirá a seguinte caixa de diálogo.



Figura 10: Caixa de diálogo para ajustes no vídeo.

### 3 Calibrar a escala do software *Tracker*

O ícone *Fita Métrica com Transferidor* (  ) tem a função de calibrar o sistema, uma vez conhecida a distância de dois pontos. Colocam-se as pontas da Fita Métrica em tais posições e informa-se o valor conhecido. Dessa forma, é essencial acrescentar no vídeo distâncias conhecidas, essas podem ser feitas com o auxílio de uma régua no momento da filmagem.

4

#### Adição do plano cartesiano

É possível adicionar o plano cartesiano ( $x, y$ ), para isso é necessário usar o botão Eixos ( ). Nele, pode-se manipular a posição da coordenada  $x$  e da abscissa  $y$  e o seu grau de inclinação. Seu uso permite determinar a posição do objeto estudado.

5

#### Marcação de pontos

Para iniciar a marcação das posições é preciso clicar no ícone, Criar novas trajetórias ( ) e na sequência selecionar ponto de massa.



Figura 11: Caixa de diálogo para iniciar a marcação das posições.

Para dar início a marcação de pontos ou qualquer ponto que se determinasse como referência para posição do objeto ao longo do vídeo, é preciso selecionar a tecla “SHIFT” e clicar no centro de massa do objeto repetindo o procedimento a cada quadro.

6

#### Zoom



O ícone zoom permite ao usuário afastar e aproximar o vídeo a qualquer momento da análise, o botão de rolagem, no centro do mouse, funciona como um atalho para este ícone. Deve-se aumentar o vídeo sempre que houver dificuldades na visualização do objeto estudado.

### Como alterar o gráfico?

Para alterar a visualização de um gráfico para outro é preciso clicar no ícone “7” que aparecerá uma caixa de diálogo na qual é possível escolher uma nova grandeza para o eixo das abscissas.

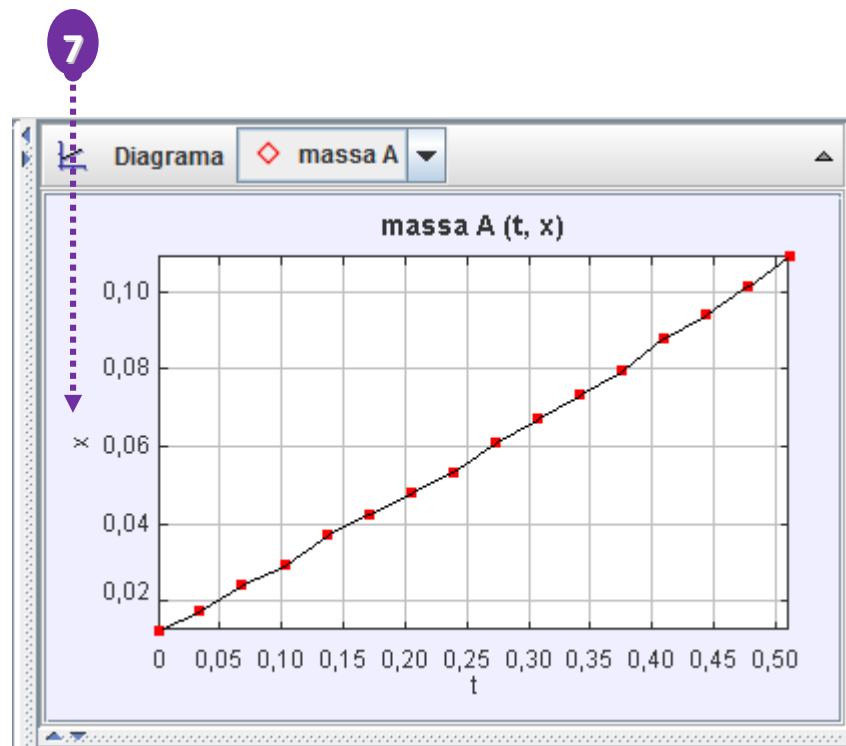


Figura 12: Exemplo de gráfico obtido pelo software.

#### ❖ Quarta etapa: aulas combinando videoanálise com a metodologia IpC

Essa etapa consiste em um conjunto de aproximadamente 6 aulas, totalizando 12 tempos de aula equivalentes à 10h. A quarta etapa está organizada para ser aplicada após a aula de apresentação e ambientação ao laboratório de informática e ao software *Tracker*, referente a terceira etapa. Nela são combinadas atividades de videoanálise à metodologia IpC. Seu objetivo é abordar conceitos de cinemática do movimento retilíneo uniforme, do movimento uniformemente variável e aprimorar a leitura e interpretação de gráficos de cinemática.

Foram desenvolvidas três atividades que fazem uso de tal combinação (videoanálise e a metodologia IpC) a primeira atividade sobre movimento retilíneo uniforme cujo vídeo é a filmagem do deslocamento de carros em uma via expressa, a segunda atividade trata-se da análise de uma filmagem da queda livre de uma bola de tênis e a terceira é a análise da filmagem do experimento “lata que vai e volta”. Tanto a segunda quanto a terceira atividade abordam conceitos sobre movimento retilíneo uniformemente variado.

Precedendo as atividades de videoanálise, o professor explana os conceitos necessários para a compreensão do movimento em estudo, através de uma aula expositiva.

Todas as atividades apresentam roteiros divididos em duas partes. Na primeira parte é apresentado um vídeo de um movimento próximo à realidade do aluno ou de um experimento de física a ser realizado pelos próprios alunos. A segunda parte trás itens essenciais para iniciar e realizar a videoanálise do movimento a ser estudado, feito com auxílio do software *Tracker*.

O laboratório no qual foi feito a videoanálise permite que os alunos se agrupem por computador geralmente em duplas ou em algum caso em trios dependendo do número de alunos por turma. Em caso de dúvidas para a realização da videoanálise o aluno pode consultar o Manual para estudantes e também o professor.

A segunda parte do roteiro contém questões de múltipla escolha sobre conceitos básicos de física e conceitos relacionados aos gráficos de cinemática referentes ao movimento em estudo. As questões serão abordadas através das etapas da metodologia IpC (ver figura 2.1) e a ferramenta *Pllickers* para obtenção das respostas.

Para a resolução de cada questão, os alunos primeiramente farão a leitura e resolução de maneira individual da primeira questão durante 2 a 3 minutos e o professor, registrará a resposta de cada aluno e também o percentual de acertos da turma. Caso o percentual de acertos seja maior que 70% o professor dará sequência a etapa nove, na qual o professor irá explanar um novo conceito para a resolução individual da próxima questão.

Se o percentual de acertos for inferior a 70% os alunos há duas situações que poderão ocorrer. Uma é a porcentagem de acertos obtida estar entre 35% e 70%, nessa

situação os alunos discutem a questão com seus pares e é feita novamente a tomada de respostas. A outra situação é quando a tomada de respostas for inferior a 35% de acertos, nesse caso o professor faz uma nova explanação dos conceitos e os alunos são orientados a respondem questão de maneira individual.

Todas as respostas e o percentual de acertos da turma são registrados pelo aplicativo *Plickers*.

Durante a realização das questões referentes às atividades de videoanálise, presentes nos roteiros, pretende-se incentivar os alunos a participarem e a interagirem com o outro, como propõem o método IpC. Nesse sentido os alunos serão avaliados com pontos de participação independente do número de acertos ou erros, mas pelas trocas feitas durante o processo como destaca Müller (2012).

Questões, cuidadosamente escolhidas, fornecem aos alunos a oportunidade para descobrirem e retificarem seus erros e, no decorrer do processo, proporcionam a aprendizagem de conceitos relevantes por meio das discussões entre colegas. Na medida do possível, os grupos devem ser organizados de modo que reúnam alunos que optaram por diferentes alternativas na questão conceitual. Nesse momento, há um processo de interação e convencimento entre os alunos; os que apresentam argumentos mais plausíveis encorajam os demais a substituir suas respostas (MÜLLER, 2013, p.19).

### 3.1.1 Primeira atividade: Movimento Retilíneo Uniforme (MRU)

#### ➤ Descrição do vídeo

O vídeo escolhido para videoanálise é uma filmagem de automóveis deslocando-se ao longo da Avenida Brasil, filmado e elaborado pela autora do presente trabalho. Na filmagem os automóveis deslocam-se com velocidade constante ao longo da pista, isto ocorre porque é feito um recorte do movimento, ou seja, é analisado um pequeno trecho do movimento fazendo os automóveis apresentar num primeiro momento velocidade constante.

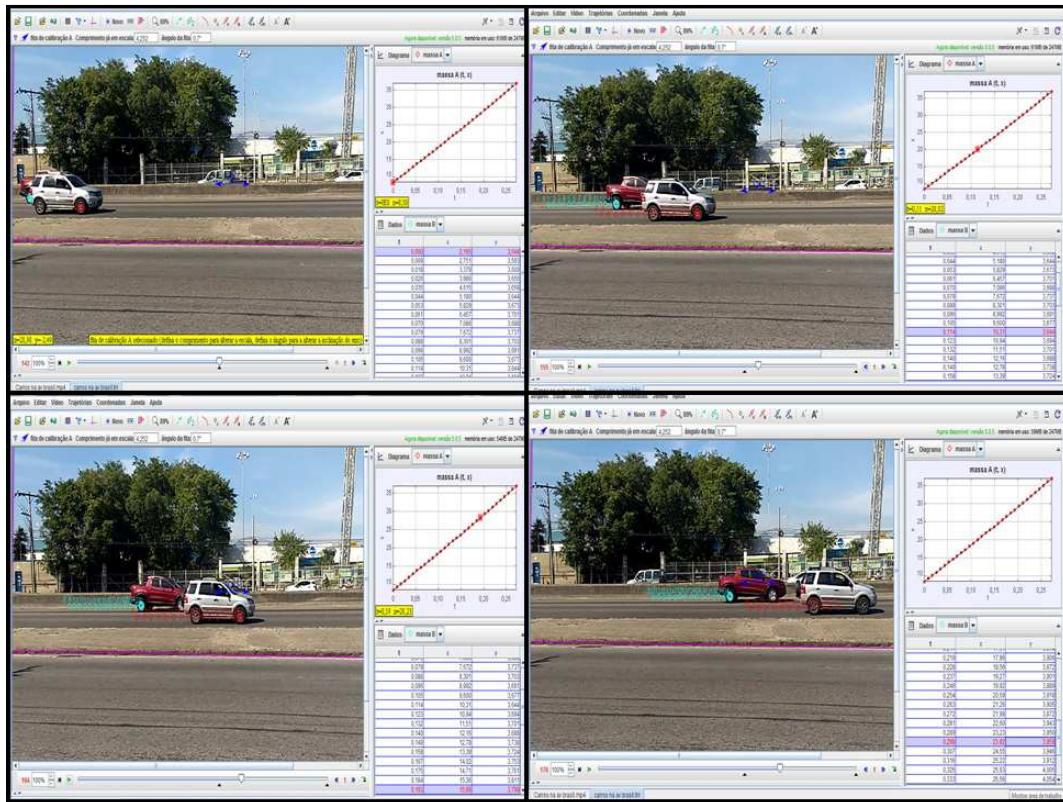


Figura 13: Imagem do vídeo, carros na Avenida Brasil, analisado.

## ➤ Objetivo da atividade

A atividade foi desenvolvida para abranger os seguintes conceitos: apresentar as características do movimento uniforme tais como corpos com velocidade constante percorrem distâncias iguais para intervalos de tempos iguais; a velocidade nula não caracteriza uma velocidade constante; compreensão, leitura e análise de gráficos; determinar através do gráfico de posição versus tempo a velocidade do corpo; através do gráfico de velocidade versus tempo com determinar o deslocamento do móvel.

## CINEMÁTICA UTILIZANDO VIDEOANÁLISE: DESLOCAMENTO DE AUTOMÓVEIS

### Atividade 1 – Fazendo a videoanálise

O vídeo a ser analisado consiste em uma filmagem de automóveis deslocando-se ao longo da Avenida Brasil.

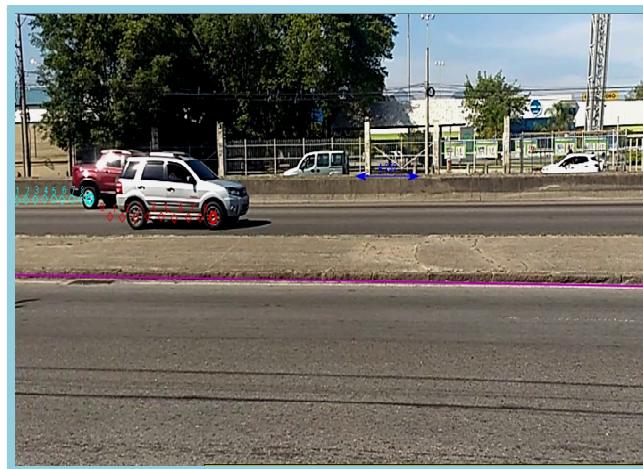


Figura 14: Imagem do vídeo “Carros na Avenida Brasil”.

Faça a videoanálise, marque a posição do automóvel em cada quadro. Em caso de dúvidas faça a leitura do manual do software *Tracker* para relembrar alguns comandos ou consulte o professor sempre que precisar. Utilize a tabela abaixo para identificar o modelo do automóvel que será analisado e itens para videoanálise.

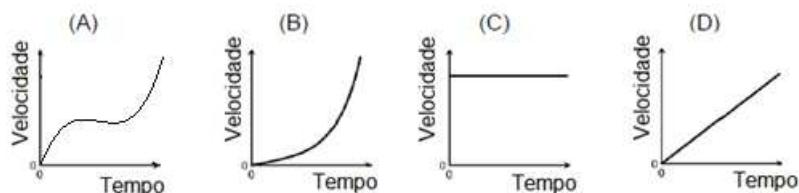
Quadro inicial	Quadro final	Taxa de quadros (q/s)	Modelo do automóvel	Comprimento (m)	Localização na pista
184	205	60,0	Gol (prata)	3,89	Central

### Atividade 2 – Estudando o movimento do automóvel

1. Represente na régua abaixo as marcações da posição feita quadro a quadro pela videoanálise do automóvel.



2. Observe as marcações da posição do móvel que você fez no exercício anterior, o que você pode afirmar sobre a velocidade do automóvel?
- Aumenta, já que as distâncias entre as marcações da posição aumentam
  - Diminui, já que as distâncias entre as marcações da posição diminuem
  - É constante, já que as distâncias entre as marcações da posição é a mesma
  - É nula, o automóvel não possui velocidade
3. De acordo com o gráfico posição versus tempo, feito na videoanálise, qual alternativa melhor interpreta o gráfico?
- O automóvel é acelerado com aceleração constante
  - O automóvel está se movendo com velocidade constante
  - O automóvel encontra se parado
  - O automóvel está se movendo com velocidade crescente
4. Observe o gráfico posição versus tempo e determine o valor aproximado da velocidade média do automóvel.
- 0 m/s
  - 55 m/s
  - 80 m/s
  - 100 m/s
5. Transforme a velocidade obtida para km/h. Sabendo que o limite de velocidade no trecho filmado da via é 80 km/h para automóveis na pista central, diga se o carro poderia ser multado?
- a velocidade é acima de 150 km/h e, portanto, pode ser multado
  - a velocidade é aproximadamente 50 km/h e, portanto, não será multado
  - a velocidade é aproximadamente 100 km/h e, portanto, pode ser multado
  - o automóvel não se desloca e, portanto, não será multado
6. Analisando o gráfico velocidade versus tempo feito pela videoanálise, qual opção está mais próximo ao analisado?

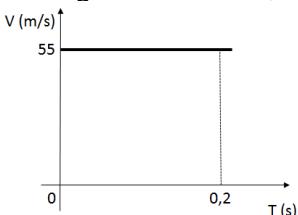


7. Verifique no *Tracker* o gráfico velocidade *versus* tempo e assinale a alternativa correta

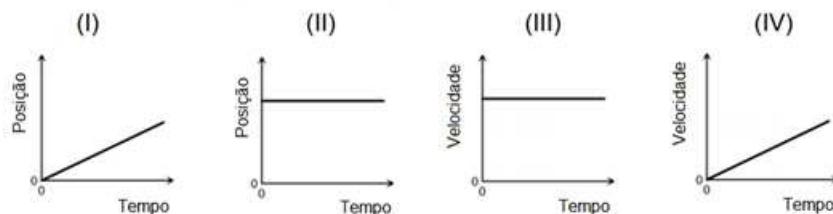
- A) O automóvel é acelerado com aceleração constante
- B) O automóvel está se movendo com velocidade uniformemente crescente
- C) O automóvel encontra-se parado
- D) O automóvel está se movendo com uma posição uniformemente crescente

8. Determine o deslocamento sofrido pelo automóvel a partir do gráfico abaixo, velocidade *versus* tempo

- A) o deslocamento do automóvel foi de 0,2 m
- B) o deslocamento do automóvel foi de 55 m
- C) o deslocamento do automóvel foi de 0 m
- D) o deslocamento do automóvel foi de 11 m, obtido através expressão (bxh)



9. Dentre os gráficos abaixo, qual(is) pode(m) expressar o movimento do automóvel estudado na videoanálise?



- (A) I, II e IV
- (B) I e III
- (C) Somente III
- (D) Somente IV

#### Download

O vídeo para download encontra-se disponível em

[https://drive.google.com/drive/folders/1DmZXcbn6p1ljYDFWzSzDJZ0U\\_FOwFlk](https://drive.google.com/drive/folders/1DmZXcbn6p1ljYDFWzSzDJZ0U_FOwFlk)

#### Referências

Disponível em: < <http://www.opensourcephysics.org/items/detail.cfm?ID=7365> >. Acesso em: 16 jun. 2017.

DE JESUS, Vitor L. B. Experimentos e videoanálise: Dinâmica – 1º Ed. – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014. 236p.

### 3.1.2 Segunda atividade: Movimento Retilíneo Uniformemente Variável (MRUV)

#### ➤ Descrição do vídeo

Nessa atividade foi utilizada a filmagem feita pelo professor Dr. Vitor L. B. de Jesus em seu livro Experimentos e videoanálise: dinâmica, de uma bola de tênis em queda livre, a bola é solta de uma determinada altura e o movimento do corpo e a videoanálise é feita até o instante em que a bola de tênis toca o solo. A atividade é iniciada com uma aula expositiva sobre conceitos do movimento retilíneo uniformemente variado e aos gráficos relacionados a este movimento.

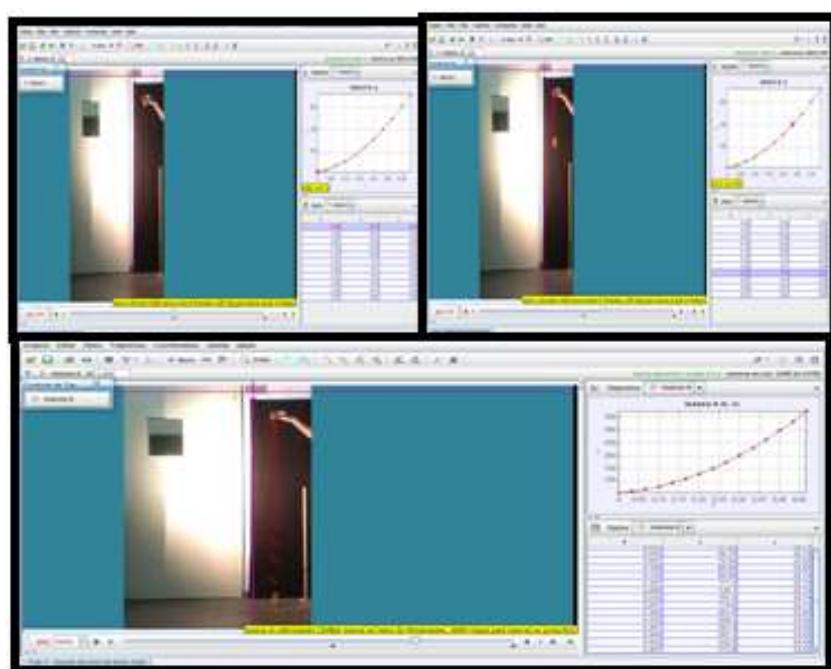


Figura 15: Imagem do vídeo, bola de tênis em queda livre, adaptado de De Jesus (2104).

#### ➤ Objetivo da atividade

O objetivo da atividade de MRUV consiste em apresentar as características do movimento uniformemente variado, como por exemplo, em um corpo acelerado a variação da posição em função do tempo aumenta e sua velocidade varia, aprimorar a leitura e análise de gráficos, dentre os quais se destacam, o gráfico de posição versus tempo a fim de determinar o sentido do deslocamento, o gráfico de velocidade versus tempo para determinar a aceleração e o gráfico de aceleração versus tempo para determinar a velocidade do corpo, além de medir o valor da aceleração da gravidade.

## CINEMÁTICA UTILIZANDO VIDEOANÁLISE: QUEDA LIVRE

### Atividade 1: Fazendo videoanálise

O vídeo que será analisado é uma filmagem de uma bola de tênis solta de uma determinada altura em queda livre<sup>1</sup>. Como na aula anterior faça a marcação de pontos quadro a quadro da bola tênis, no *Tracker*, caso não recorde o passo a passo para iniciar a videoanálise consulte o manual ou peça ajuda ao seu professor. A tabela abaixo indica os valores necessários para a marcação de pontos no software *Tracker*.

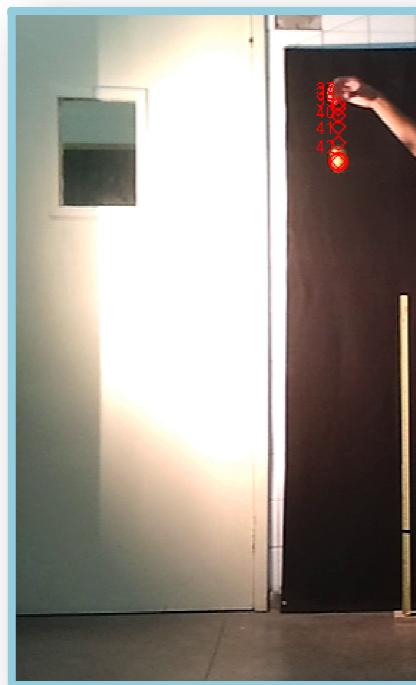


Figura 16: Imagem do vídeo queda livre da bola de tênis.

Quadro inicial	Quadro final	Taxa de quadros (q/s)	Comprimento da régua amarela (m)
36	53	30	1

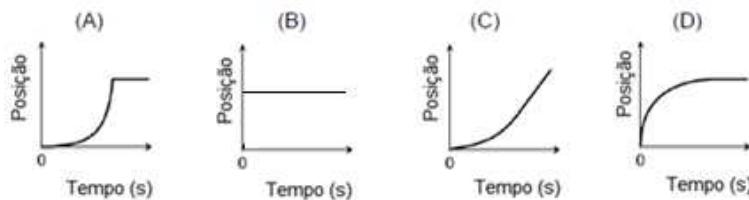
<sup>1</sup> O vídeo sobre a queda livre foi obtido no livro “Experimentos e videoanálise: dinâmica”.

## Atividade 2: Estudando o movimento

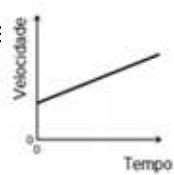
1. Represente na régua abaixo as marcações da posição quadro a quadro do móvel feita na videoanálise e classifique o movimento como movimento uniforme ou uniformemente variado. Justifique sua resposta.



2. Qual dos seguintes gráficos descreve corretamente a posição da bola de tênis em função do tempo?



3. Observe o gráfico velocidade *versus* tempo feito pela videoanálise e compare com o gráfico à direita, que é um esboço da velocidade do movimento da bola de tênis. Qual sentença possui a melhor interpretação?



- A) O objeto está se movendo com uma aceleração constante
- B) O objeto está se movendo com uma aceleração uniformemente decrescente
- C) A posição do objeto decresce uniformemente
- D) O objeto está se movendo a uma velocidade constante

4. Observando o gráfico da aceleração em função do tempo da bola de tênis obtido pela videoanálise, o que você poderia afirmar sobre o valor aproximado da aceleração?

- A) O objeto está se movendo com uma aceleração uniformemente crescente; aceleração  $a > 0$

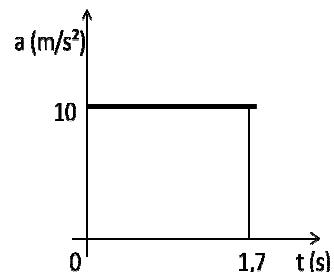
- B) O objeto está se movendo com uma posição uniformemente constante; aceleração  $> 0$   
 C) O objeto está se movendo com uma velocidade uniformemente crescente; aceleração é constante.  
 D) O objeto está se movendo com uma velocidade constante; aceleração é constante.

5. A partir do gráfico de velocidade versus tempo obtido pela videoanálise, determine o valor aproximado da aceleração de queda do corpo.

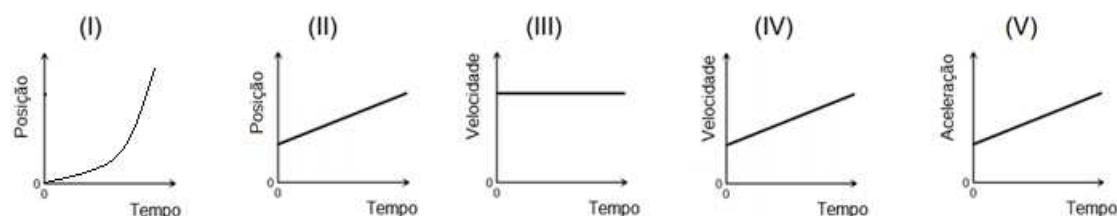
- A)  $10 \text{ m/s}^2$   
 B)  $20 \text{ m/s}^2$   
 C)  $100 \text{ m/s}^2$   
 D)  $120 \text{ m/s}^2$

6. Observe o gráfico abaixo de aceleração versus tempo, e determine a velocidade final, lembre que o corpo parte do repouso.

- A)  $0 \text{ m/s}$   
 B)  $1,7 \text{ m/s}$   
 C)  $10 \text{ m/s}$   
 D)  $17 \text{ m/s}$



7. Dentre os gráficos abaixo, qual(is) pode(m) representar o movimento de queda livre da bola de tênis estudado na videoanálise?



- A) II e III      B) IV e V      C) Somente V      D) I e IV

#### Download

O vídeo para download encontra-se disponível em [https://drive.google.com/drive/folders/1DmZXcbn6p1iljYDFWzSzDJZ0U\\_FOwFlk](https://drive.google.com/drive/folders/1DmZXcbn6p1iljYDFWzSzDJZ0U_FOwFlk) com autorização de De Jesus (2014).

#### Referências

DE JESUS, Vitor L. B. Experimentos e videoanálise: Dinâmica – 1º Ed. – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014. 236p.

### 3.1.3 Terceira atividade: experimento da lata que vai e volta

A terceira atividade é representada pela filmagem do experimento da lata que vai e volta.

#### ➤ Desenvolvimento do experimento

Os materiais para a construção do experimento são uma lata de metal, dois palitos de madeira, um elástico, fita adesiva e pilhas.



Figura 17: Materiais utilizados para a construção da lata que vai e volta.

A construção do experimento começa na junção das pilhas pela fita adesiva, em seguida prende-se o elástico ao conjunto de pilhas também com auxílio da fita adesiva, tudo posto dentro da lata onde o elástico é esticado até as duas extremidades da lata e preso com os palitos, conforme mostra a figura 3.5.

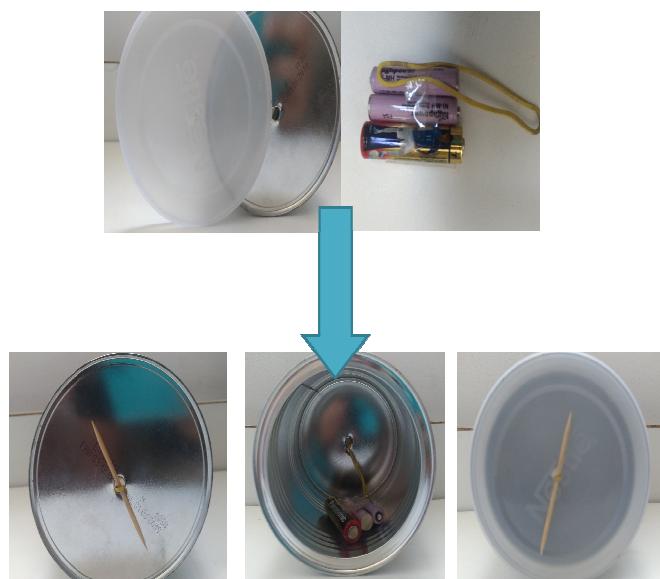


Figura 18: Construção da lata que vai e volta.

### ➤ Descrição do vídeo

A filmagem deste experimento mostra a lata sendo colocada para rolar ao longo de uma superfície plana seguindo a direita do vídeo até parar completamente e mudar o sentido do movimento para a esquerda, desenvolvido pela autora deste trabalho. Esse experimento é considerado como um análogo do movimento de um corpo lançado verticalmente.



Figura 17 Imagem do vídeo, experimento da lata que vai e volta.

### ➤ Objetivo da atividade

O objetivo do experimento consiste em reforçar conceitos sobre a influência da aceleração sobre a velocidade, facilitar e fixar a leitura de gráficos de posição *versus* tempo, velocidade *versus* tempo e aceleração *versus* tempo. Por se tratar de um experimento diferente, porém com um tipo de movimento muito presente no dia a dia espera-se que ao final da atividade o aluno seja capaz de identificar e diferenciar um corpo em movimento retilíneo uniforme de um corpo em movimento uniformemente variado.

## CINEMÁTICA UTILIZANDO VIDEOANÁLISE: LATA QUE VAI E VOLTA

### Atividade 1 – Fazendo a videoanálise

O vídeo a ser analisado consiste em uma filmagem de um experimento chamado lata que vai e volta. Faça a videoanálise, marque a posição do corpo em cada quadro, preferencialmente o centro da lata. Lembre-se de fazer uma leitura prévia do manual do software *Tracker* com o intuito de relembrar alguns comandos ou consulte o professor sempre que surgir alguma dúvida. Utilize a tabela abaixo para identificar os valores necessários para realizar a videoanálise.



MarianaFigura 20: Imagem do vídeo “lata que vai e volta”.

Quadro inicial	Quadro final	Taxa de quadros (q/s)	Diâmetro da lata (cm)
24	158	30	9,5

### Atividade 2: Estudando o movimento

1. Sobre o gráfico posição *versus* tempo como você pode classificar o movimento da lata?
  - Pode ser classificado como movimento retilíneo uniforme, pois não possui aceleração
  - Pode ser classificado como movimento retilíneo uniforme, porque o movimento é feito em linha reta

- C) Pode ser classificado como movimento uniforme, pois sua velocidade é constante  
 D) Pode ser classificado como um movimento uniformemente variado. Por ser uma parábola, indica que a velocidade do corpo varia e, portanto, possuiu aceleração.

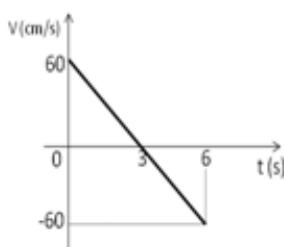
2. Sobre o gráfico posição versus tempo o que você pode afirmar sobre velocidade da lata no instante  $t = 3\text{s}$ ?

- A) a velocidade é nula  
 B) a velocidade é a maior possível  
 C) a velocidade é uniformemente crescente, ou seja, a velocidade é positiva  
 D) a velocidade é uniformemente decrescente, ou seja, a velocidade é negativa

3. Observe o gráfico velocidade versus tempo, obtido na videoanálise, o que se pode afirmar sobre a velocidade inicial e sobre a velocidade final da lata?

- A) as velocidades possuem o mesmo valor em módulo e possuem o mesmo sentido ao longo do movimento  
 B) as velocidades possuem o mesmo valor em módulo, porém estão em sentidos contrários ao longo do movimento  
 C) as velocidades possuem valores diferentes em módulo e possuem o mesmo sentido ao longo do movimento  
 D) as velocidades possuem valores diferentes em módulo, porém estão em sentidos contrários ao longo do movimento

4. Abaixo temos o gráfico velocidade versus tempo análogo ao obtido na videoanálise, determine o deslocamento sofrido pela lata.



- A) o deslocamento é de aproximadamente 90 cm, obtido por  $(3 \times 60)/2$   
 B) o deslocamento é de aproximadamente 360 cm, obtido por  $(120 \times 6)/2$   
 C) o deslocamento é de aproximadamente 20 cm, obtido pela divisão de 120 por 6  
 D) o deslocamento é de aproximadamente 20 cm, obtido pela divisão de 60 por 3

5. Sobre o gráfico velocidade *versus* tempo, o que você pode afirmar a respeito da aceleração do corpo?
- A) objete move-se com uma aceleração nula
  - B) objete move-se com uma aceleração uniformemente crescente
  - C) o objete move-se com uma aceleração uniformemente constante
  - D) objete move-se com uma aceleração uniformemente decrescente

### Download

O vídeo para download encontra-se disponível em  
[https://drive.google.com/drive/folders/1DmZXcbn6p1ljYDFWzSzDJZ0U\\_FOwFlk](https://drive.google.com/drive/folders/1DmZXcbn6p1ljYDFWzSzDJZ0U_FOwFlk)

### Referências

Disponível em: < <http://www.opensourcephysics.org/items/detail.cfm?ID=7365> >. Acesso em: 16 jun. 2017.

DE JESUS, Vitor L. B. Experimentos e videoanálise: Dinâmica – 1º Ed. – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014. 236p.

### ❖ Quinta etapa: aplicação do pós-teste TUG-K v4.0

---

A aplicação do pós-teste foi feita no momento posterior a atividades de videoanálise em conjunto com o método IpC. O pós-teste trata-se da reaplicação teste conceitual TUG-K v.4.0. Para que o teste seja de fato efetivo, os alunos não possuem acesso à resolução das questões e novamente fazem o teste anonimamente.

Para a resolução do pré-teste foi reservado uma aula, 1h e 40min, onde parte do tempo foi utilizada para explicar o funcionamento e a importância do teste conceitual. Na aula reservada para a aplicação do pós-teste foi utilizado para sua execução apenas um tempo de aula, 50 minutos, dado que os alunos já estavam familiarizados com o teste conceitual.

O propósito de aplicar o TUG-K como pré-teste e como pós-teste é verificar a razão entre o aumento absoluto obtido nos acertos e o quanto era possível alcançar no teste, razão conhecida como ganho de *Hake* (g).

$$g = \frac{(\%pós - \%pré)}{(100 - \%pré)}$$

Onde:

g: ganho de *Hake*

%pós: percentual de acertos no pós-teste

%pré: percentual de acertos no pré-teste

## REFERÊNCIAS

- ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v.30, n.2, p. 362-384, 2013.
- BEICHNER, J. R. *American Journal of Physics*. N.62, p. 750 – 762, 1994.
- BEICHNER, J. R. *American Journal of Physics*. N.64, 1996.
- BEZERRA JUNIOR, A. G.; LENZ, J. A.; OLIVEIRA, L. P.; SAAVEDRA, N. Manual para Usuários Iniciantes no software Tracker. i f., Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2011.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica: Brasília (DF), 2007 v.II; il.
- BROWN, D. COX, A. J. *The Physics Teacher*, v.47, p. 145-150, 2009.
- CROUCH, C. H., MAZUR, E. *American Journal of Physics*. v. 69, n. 9, p. 970, 2001.
- DA SILVA, J.C.G. Uma proposta de ensino de gráficos de cinemática com uso de videoanálise mediado por uma metodologia de aprendizagem ativa. 112f. Dissertação (Pós-graduação em Ciência Tecnologia e Educação) – CEFET/RJ. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2016.
- DE JESUS, Vitor L. B. *Experimentos e videoanálise: Dinâmica*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014. 236p.
- FIGUEIRA, J. S. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. Pato Branco, v.33, n.4, p.4403, 2011.
- HAKE, R. *American Journal od Physics*. v. 66, p. 64- p.71. 1998.
- MAZUR, E.; SOMERS, M. D. Upper Saddle River, N.J. Prentice Hall, 1997. 253 p.
- MAZUR, E. *Peer Instruction: A revolução da aprendizagem ativa* / Eric Mazur; tradução: Anatólio Laschuk. Porto Alegre: Penso, p.252, 2015.
- MORETTIN, P. A. e BUSSAB, W. de O. *Estatística Básica*. 6.ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

MÜLLER, M. G.; BRANDÃO, R. V.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 29, p. 491-524, 2012.

MÜLLER, M. G., ARAUJO, I. S., VEIT, E. A., SCHELL, J. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Brasil, v. 39, n. 3, fev. 2017.

ZAVALA, G.; TEJEDA, S.; BARNOIL, P.; BEICHNER, R. J. *Physical review physics education research*, v. 13, 2017.