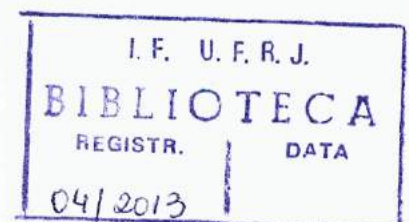


UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FÍSICA  
LICENCIATURA EM FÍSICA

JEFFERSON GOMES FABRE

UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE  
INVESTIGATIVA PARA O ENSINO MÉDIO  
FOCANDO NOS ERROS DE FÍSICA  
DE DESENHOS ANIMADOS

RIO DE JANEIRO  
2013



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FÍSICA  
LICENCIATURA EM FÍSICA

JEFFERSON GOMES FABRE  
DRE 108049766

UMA PROPOSTA DE ATIVIDADE  
INVESTIGATIVA PARA O ENSINO MÉDIO  
FOCANDO NOS ERROS DE FÍSICA  
DE DESENHOS ANIMADOS

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Física, da  
Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial  
à obtenção do título de Licenciado em Física.

Orientadora: Prof. Dr<sup>a</sup>. Lígia de Farias Moreira

Rio de Janeiro  
2013

## **AGRADECIMENTO**

À Deus pelo fôlego de vida;

À minha família pelo incentivo e força nas horas difíceis;

À Prof. Lígia pelas idéias e paciência;

## SUMÁRIO

Introdução .....	06
1. Capítulo I – Metodologia e Materiais.....	09
1.1. Materiais Utilizados.....	10
2. Capítulo II – O Efeito da Gravidade.....	13
2.1. Histórico .....	13
2.2. Vídeo #1 (Papa-Léguas atravessa um abismo).....	13
2.2.1. Apresentação do Vídeo e Observações.....	13
2.3. Atividade Investigativa.....	14
2.4. Experimento #1 (Lançamento Horizontal de uma bola sobre uma mesa) e Conclusão.....	16
3. Capítulo III – Ação e Reação.....	17
3.1. Histórico .....	17
3.2. Vídeo #2 (Coiote com patins e ventilador).....	18
3.2.1. Apresentação do Vídeo e Observações.....	18
3.3. Atividade Investigativa.....	18
3.4. Experimento #2 (Carro de Newton) e Conclusão.....	20
4. Capítulo IV – Conservação de Energia .....	21
4.1. Histórico .....	21
4.2. Vídeo #3 (Coiote com um pêndulo gigante).....	21
4.2.1. Apresentação do Vídeo e Observações.....	21
4.3. Atividade Investigativa.....	22
4.4. Experimento #3 (Pêndulo) e Conclusão .....	24
5. Capítulo V - Reflexões sobre a Proposta.....	25
Bibliografia .....	26

## RESUMO

A parceria entre a Física e o desenho animado rende diversas risadas independente da idade. A Ciência funciona como uma fonte de inspiração e também uma possibilidade de trazer ao telespectador uma realidade muitas vezes diferente do cotidiano, trazendo diversas aplicações científicas de vários fenômenos físicos que influenciam diretamente no âmbito do conhecimento.

Contudo, até onde a ciência abordada em um desenho animado é realmente ciência? Essa questão é discutida neste trabalho.

## INTRODUÇÃO

A história do filme de animação começa com os primeiros momentos do cinema mudo e continua até os dias de hoje.

O primeiro desenho animado foi do francês Émile Reynaud, que criou o praxinoscópio, sistema de animação de 12 imagens, e filmes de aproximadamente 500 a 600 imagens, projetado no seu próprio *théâtre optique*, sistema próximo do moderno projetor de filme, no Musée Grévin em Paris, França, em 28 de Outubro de 1892.

O primeiro desenho animado em um projetor de filmes moderno foi Fantasmagorie pelo diretor francês Émile Courtet (também chamado de Émile Cohl), projetado pela primeira vez em 17 de Agosto de 1908 no 'Théâtre du Gymnase', em Paris. Courtet foi para Fort Lee, NY próximo da cidade de Nova York em 1912, onde trabalhou para o estúdio francês Éclair e espalhou sua técnica pelos Estados Unidos.

O primeiro filme de longa-metragem animado foi El Apóstol (1917) do argentino Quirino Cristiani, mostrado na Argentina.

A história do Papa-Léguas se passa em um deserto cheio de rodovias, o faminto Coiote sempre tenta capturar o Papa-Léguas, e para atingir seu objetivo ele encomenda produtos ACME, uma empresa fictícia que fabrica de tudo.

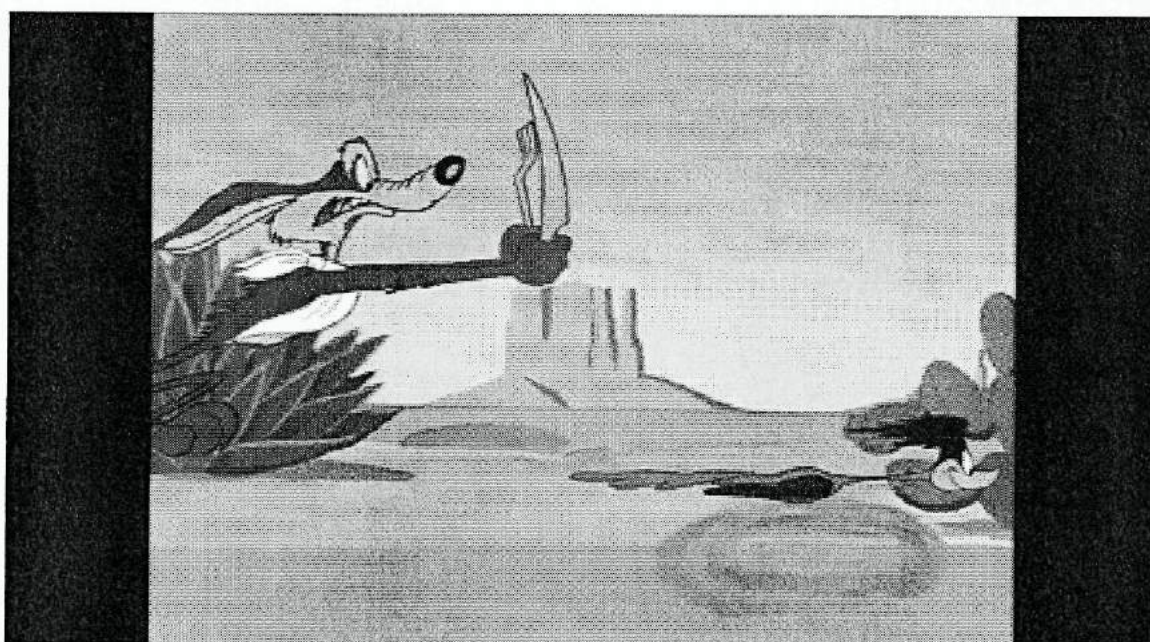
O Papa-Léguas passa todos os episódios a ludibriar as tentativas do Coiote em capturá-lo. Contando com astúcia, velocidade ou uma sorte absurda, o Papa-Léguas sempre escapa ileso de todas as artimanhas altamente criativas de seu arqui-inimigo. O mais inusitado é que a simpatia do público fica sempre com o predador frustrado.

Um fato curioso é que diferente de desenhos semelhantes como Tom e Jerry, Ligeirinho, Frajola e Piu Piu, desenhos do gênero, onde sempre há um animal perseguido por outro, apesar do perseguidor nunca conseguir devorar seu oponente, em alguns episódios eles acabam de uma maneira ou outra obtendo alguma vitória sobre seus rivais. Já aqui, é possível notar que o Coiote jamais terminou um episódio triunfando de maneira nenhuma sobre o Papa- Léguas.

O desenho não tem diálogos, apenas o "bip-bip" do Papa-Léguas e ocasionais placas escritas (geralmente usadas pelo Coiote para falar com a plateia).

Esse trabalho visa desmistificar esses desenhos animados que não tratam com veracidade suas cenas de temas de física, que de alguma maneira deixa o aluno pensar, desde criança, que aquelas cenas dos desenhos animados acontecem na vida real, levando assim um pré-conhecimento errôneo para as salas de aula.

O objetivo é de fazer um levantamento acerca da física utilizada em 3 partes do desenho animado do Coiote e Papa-Léguas (*Road Runner*<sup>1</sup>, Warner Bros, EUA, 1949), que abordam 3 temas da física, que poderá ser usado como uma proposta em uma Atividade Investigativa, fomentando no aluno a pesquisa para a resolução de problemas.



**Figura 1 - Coiote perseguindo Papa-Léguas**

Muitos desenhos animados abordam a Física de maneira direta ou indireta baseando-se em fontes com embasamento científico não confiável. O desenho animado Coiote e Papa-Léguas é um instrumento divulgador de diversos temas de física, tornando-se um potencial instrumento de aprendizagem e conhecimento, tomando os devidos cuidados com a veracidade das cenas.

É necessária uma análise crítica dos episódios divulgados a fim de se discernir entre uma verdadeira fonte de conhecimento científico, e uma ciência usada de maneira incoerente, o que acontece na maioria das vezes.

---

<sup>1</sup> [http://pt.wikipedia.org/wiki/Road\\_Runner](http://pt.wikipedia.org/wiki/Road_Runner)

Com os avanços tecnológicos que tem acontecido nos últimos anos, principalmente na área da informática, a democratização da publicação de vídeos, principalmente do advento do [www.youtube.com](http://www.youtube.com), site de vídeos democrático, tem tido facilidade, tanto para publicar ou para se assistir. Abrindo assim uma nova janela de ensino de ciência, que “pega uma carona” nessa nova onda tecnológica.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, publicados em 1999, apontam que fatores econômicos como os avanços da micro-eletrônica, a partir da década de 80, associada à denominada “revolução da informática”, devem promover uma mudança educacional maior do que a obtida em muitas décadas, e “*passam a determinar a urgência em se repensar os parâmetros curriculares para este nível de ensino*” (BRASIL, 1999, p.15)

Neste novo cenário informatizado, a escola deixa de ser o único lugar de acesso ao conhecimento e passa a compartilhar esse espaço, principalmente com o mundo da internet. Ressalvadas algumas críticas, a rede mundial de computadores passou a contribuir significativamente com a divulgação de informação e começou a ocupar um espaço que antes era reservado apenas das salas de aulas. Qual deverá então ser o papel da escola desta nova sociedade *hightech* que se desenha atualmente? Se restringirmos o papel da escola e dos professores em meros transmissores de informação, eles perderão seu valor quando comparados a outros sistemas que, de alguma forma, se mostrem mais eficazes nesta tarefa de passar conhecimento.

*Mais do que reproduzir dados, denominar classificações ou identificar símbolos, estar formado para a vida, num mundo como o atual, de tão rápidas transformações e de tão difíceis contradições, significa saber se informar, se comunicar, argumentar, compreender e agir, enfrentar problemas de qualquer natureza, participar socialmente, de forma prática e solidária, ser capaz de elaborar críticas ou propostas e, especialmente, adquirir uma atitude de permanente aprendizado.*

*Uma formação com tal ambição exige métodos de aprendizado compatíveis, ou seja, condições efetivas para que os alunos possam comunicar-se e argumentar, deparar-se com problemas, compreendê-los e enfrentá-los, participar de um convívio social que lhes deem oportunidade de se realizar como cidadãos, fazer escolhas e proposições, tomar gosto pelo conhecimento, aprender a aprender.*

(BRASIL, 2002, p.3)

Assim, esse trabalho tem a intenção de contribuir com estas atuais diretrizes do ensino de física, desenvolvendo uma proposta educacional que acompanha as evoluções tecnológicas visuais, usando-a como uma ferramenta de fomentação de resoluções de problemas de física que acaba rendendo também várias risadas.

# 1 CAPÍTULO I - METODOLOGIA E MATERIAIS

A aula será dividida em 3 tempos (45 min cada tempo):

No primeiro tempo será ministrada a aula, com ajuda de projetor (*data show*), ou de forma tradicional (quadro negro), com todo conteúdo programático, abordando como exemplo também o vídeo que será apresentado na próxima aula, mas de forma indireta.

O segundo tempo será mostrado um vídeo de desenho animado, onde o personagem faz uma cena no contexto do tópico físico estudado, em seguida será feita uma pergunta bem elaborada, com o intuito de levar o aluno a fazer um *link* da aula dada com o vídeo mostrado e levá-lo a refletir para responder a pergunta feita sobre o vídeo. Nesse momento o professor fará algumas perguntas e pedirá para que os alunos anotem e levem para próxima aula as soluções dos problemas justificadas, a resposta poderá ser na forma de um experimento simples, que ratifique a situação vista no desenho.

No terceiro tempo será feita a explicação do vídeo, através de um experimento que será levado para aula, e o próprio aluno fará a experiência (que será o mais simples possível) e responderá as perguntas da aula anterior, que será baseado em uma lei ou um princípio físico, ora visto na primeira aula.

*A experimentação baseada na resolução de problemas não é suficiente para a descoberta de uma lei física, tampouco achamos necessário que o aluno passe por todas as etapas do processo de resolução de maneira autônoma, mas que, com base nos conhecimentos que os alunos já possuem do seu contato cotidiano com o mundo, o problema proposto e a atividade de ensino criada a partir dele venham despertar o interesse do aluno, estimular sua participação, apresentar uma questão que possa ser o ponto de partida para a construção do conhecimento, gerar discussões e levar o aluno a participar das etapas do processo de resolução do problema.*  
(AZEVEDO, 2004, p.22).

Uma atividade com desenho animado como esta busca fomentar no aluno a solução de uma pergunta bem elaborada, que será respondida pelos alunos através de experimentos ou argumentos próprios ou de alguma outra fonte de consulta (livro, internet, televisão, filme etc), que serão levados à sala de aula em outro dia. Podemos dividir essa busca da solução em seis momentos (CARVALHO, 2004):

- **Proposta do problema:** através de uma pergunta estimulante e que possua curiosidade científica.
- **Levantamento de hipóteses:** podem ser feitas a partir dos discursos dos alunos.
- **Levantamento de plano de trabalho:** irá definir como a tarefa será realizada. Há vantagem em se trabalhar com vários grupos de alunos, pois assim o número de hipóteses levantadas aumenta, enriquecendo os dados.
- **Montagem do arranjo experimental e coleta de dados:** nessa etapa os alunos têm a oportunidade de ver a Física como uma ciência experimental. Nessa fase o professor deve percorrer os grupos verificando se os alunos estão trabalhando corretamente e orientando-os.
- **Análise dos dados:** para que possamos ter informações sobre a questão-problema.
- **Conclusão:** onde os alunos devem formalizar uma resposta ao problema inicial proposto, discutindo a validade ou não das hipóteses.

## 1.1 MATERIAIS UTILIZADOS

- **Para os Vídeos:**
  1. Vídeos do Coiote e Papa-Léguas Adaptados.  
([http://www.lghs.net/ourpages/users/dburns/RRPhysics/Road\\_Runner\\_Physics/Movie.html](http://www.lghs.net/ourpages/users/dburns/RRPhysics/Road_Runner_Physics/Movie.html));
  2. Editor de vídeos (*Windows Live Movie Maker*);
  3. Laptop (*Sony Vaio, Windows 7, core 3, 4GB ram*).

- **Para os Experimentos:**

### 1. Plano Inclinado

- 1 bolinha de gude ou de ferro;
- 2 pedaços de madeira de até 40cm;
- 1 canaleta flexível de plástico de 50cm ;
- 1 mesa para apoio; e
- 1 folha de carbono.

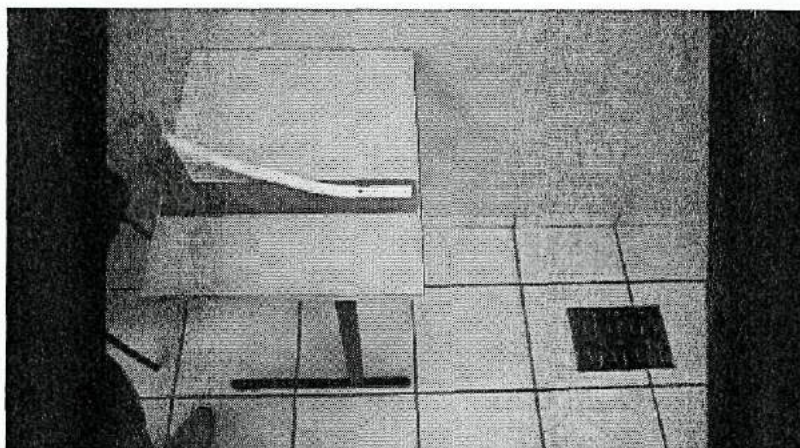
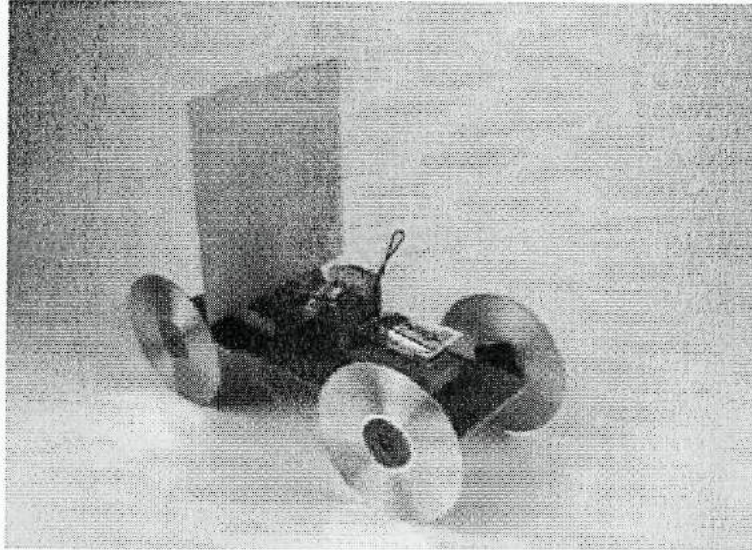


Figura 2 - Foto da rampa utilizada

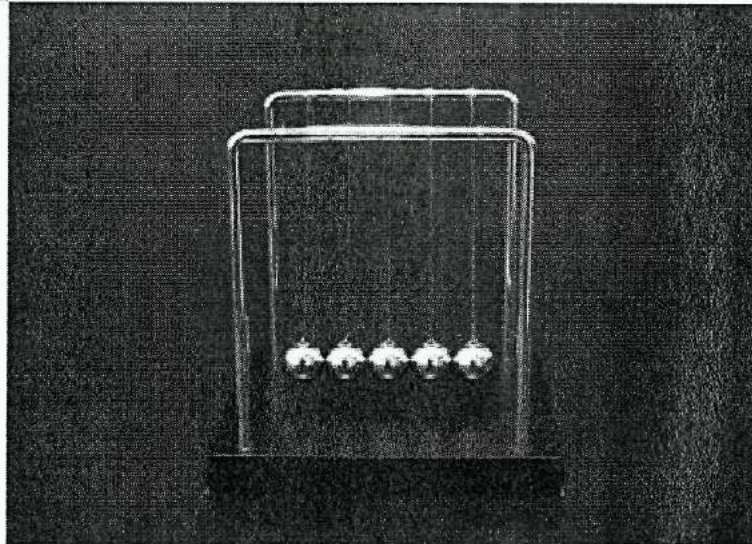
## 2. Carro de Newton (<http://pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=489>)

- madeirite de 10 cm x 30 cm;
- 3 palitos de churrasco;
- 2 palitos de picolé (que sustentarão a vela);
- 1 pedaço de madeira espessa de 4,5 cm x 4,5 cm, para base da vela (o mais leve possível);
- 1 pedaço de madeira mais espessa com aproximadamente 6 cm x 3,5 cm (o mesmo tipo do anterior);
- 1 pedaço de madeira com aproximadamente 7 cm x 3,5 cm (o mesmo tipo do anterior);
- 4 pedaços de madeira fina 3,5 x 3,5 cm;
- 2 canudinhos;
- 1 motor elétrico;
- 1 hélice (pode ser adaptada de um cooler estragado de computador);
- 1 bateria 9V;
- Conector para bateria;
- 4 CDs;
- 2 jacarés;
- Velcro (macho e fêmea);
- 1 pedaço de cartolina ou papel cartão 18 cm x 16 cm;
- Grossa;
- Cola quente; e
- Furadeira com broca 2,5 mm.



**Figura 3 - Foto do carrinho montado**

3. **Pêndulo** (<http://pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=581&BRINCANDO+COM+O+PENDULO+DE+NEWTON>):



**Figura 4 – Sistema de bolas com conservação de energia**

## 2 CAPÍTULO II – O EFEITO DA GRAVIDADE

### 2.1 HISTÓRICO

A gravidade é uma das quatro forças fundamentais da natureza (junto com a força forte, eletromagnetismo e força fraca) em que objetos com massa exercem atração uns sobre os outros. Teoricamente é descrita pela lei da gravitação universal do físico inglês Isaac Newton (1642-1727).

Do ponto de vista prático, a atração gravitacional da Terra confere peso aos objetos e faz com que caiam ao chão quando são soltos no ar, se desconsiderarmos qualquer atrito e fizermos cair objetos de massas diferente no vácuo eles caem simultaneamente, pois o tempo de queda independe da massa do corpo. Essa atração é mútua, a Terra também se move em direção aos objetos, mas apenas por uma ínfima fração, devido a sua massa ser imensamente maior, comparado a qualquer objeto que esteja no Planeta.

A gravitação é o motivo pelo qual a Terra, o Sol e outros corpos celestiais existem: sem ela, a matéria não se teria aglutinado para formar aqueles corpos e a vida como a entendemos não teria surgido.

A gravidade também é responsável por manter a Terra e os outros planetas em suas respectivas órbitas em torno do Sol e a Lua em órbita em volta da Terra, bem como pela formação das marés e por muitos outros fenômenos naturais.

### 2.2 VÍDEO #1 (PAPA-LÉGUAS ATRAVESSA UM ABISMO)

#### 2.2.1 Apresentação do Vídeo e Observações:

O vídeo se encontra no endereço <http://www.youtube.com/watch?v=xKf6GA3Xe5I>.

Como vemos na figura 6 abaixo, o vídeo mostra uma cena do Papa-Légua atravessando um abismo, que “devido sua velocidade” ele o atravessa sem nenhuma dificuldade.

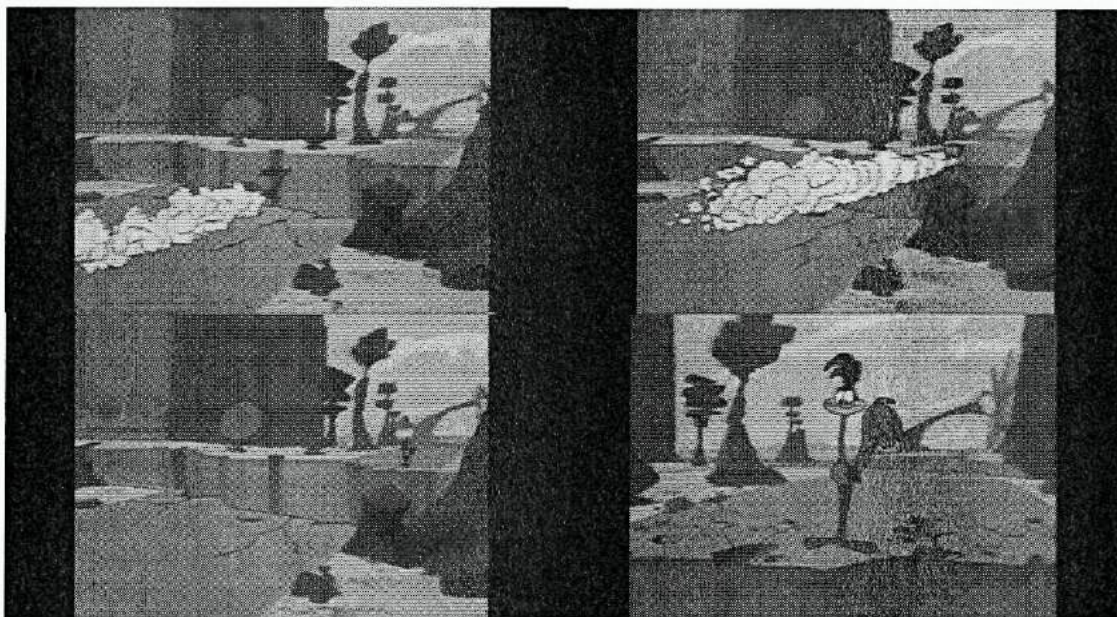
## 2.3 ATIVIDADE INVESTIGATIVA

### **Proposta do problema:**

Ele conseguiria atravessar esse abismo na vida real? Visto que o Papa-Léguas atinge altas velocidades.

### **Levantamento de hipóteses:**

Podem ser feitas a partir dos discursos dos alunos. Pede-se então para que a turma se divida em grupo de no máximo 4 alunos, e então que eles discutam sobre a pergunta feita e a respondam na próxima aula com um embasamento teórico, que foi explanado na primeira aula, esta etapa corresponderá ao levantamento do trabalho.



**Figura 6 - Frames do vídeo apresentado**

Enquanto o personagem está na estrada as forças que atuam sobre o Papa-léguas são peso e a reação da estrada (Normal) sobre ele, no momento que ele perde esse contato ele perde a componente Normal, que é quando ele sai da estrada e fica sobre o buraco, nesse momento a ave deveria começar a cair, independente de sua velocidade, diferente do que acontece na cena. Logo, a física não permite nosso personagem fazer esta proeza de desprezar a gravidade. Nesse caso temos, considerando que ele esteja em movimento retilíneo uniforme, um exemplo de movimento lançado horizontalmente, que após a queda seu movimento será um arco de parábola, conforme a figura 7 abaixo, “que ilustra a simulação de uma sequência estraboscópica de fotos de uma bola que cai rolando da beira de uma mesa. Na parte superior a esquerda, observamos as posições sucessivas da bola no tempo, sem os efeitos da gravidade. Temos apenas o efeito do

componente horizontal da velocidade da bola. No próximo desenho, à direita, vemos o movimento da bola se ela não possuísse um componente horizontal de velocidade. A trajetória curva do terceiro desenho é melhor analisada considerando-se separadamente os componentes horizontal e vertical do movimento. Há dois aspectos importantes a notar. A componente horizontal do movimento da bola é constante enquanto ela, em queda, move para a frente. A bola percorre a mesma distância horizontal durante os intervalos de tempos iguais entre dois *flashes* sucessivos. Isso ocorre porque não existe um componente da força da gravidade na direção horizontal. A gravidade atua somente para baixo, logo a única aceleração para a bola é para baixo. O segundo aspecto é que as sucessivas posições verticais da bola tornam-se cada vez mais afastadas entre si com o decorrer do tempo. As distâncias são as mesmas que teriam sido percorridas numa situação em que a bola simplesmente fosse solta. Note que a curvatura da trajetória é a combinação de movimento horizontal, que permanece constante, com movimento vertical, uniformemente acelerado devido à gravidade.

A trajetória de um projétil que é acelerado apenas na direção vertical, enquanto se move com velocidade constante na horizontal, é uma parábola. Quando a resistência aerodinâmica for suficientemente pequena para poder ser desprezada, como no caso de um objeto pesado que não alcance grandes velocidades, a trajetória será parabólica.” (HEWITT, 2009)

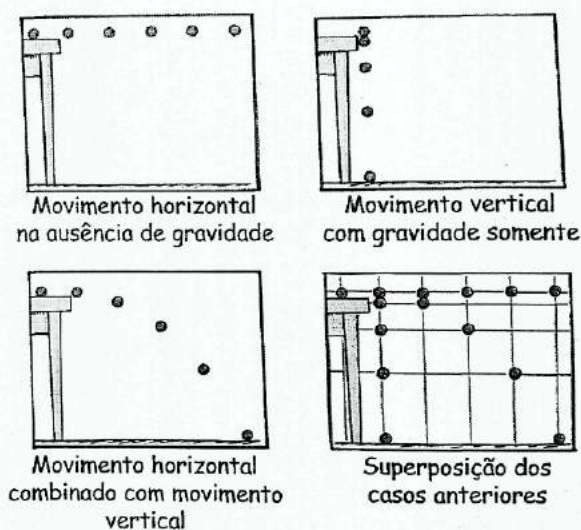


Figura 7<sup>2</sup> - Objeto caindo da mesa

<sup>2</sup> HEWITT, 2009, figura 10.3 - pág. 176

### **Montagem do arranjo experimental e coleta de dados:**

#### **2.4 EXPERIMENTO #1 (LANÇAMENTO HORIZONTAL DE UMA BOLA SOBRE UMA MESA) E CONCLUSÃO**

Na aula seguinte discutido as respostas dos alunos e sugerindo hipóteses, como: se a velocidade aumentar ou diminuir, o que aconteceria? Ou se o Papa-Léguas cair, como será o seu movimento de queda?

Depois das respostas dos alunos é apresentado um experimento que simula, de maneira simples a cena do vídeo, fazendo também a previsão do alcance máximo e observando na prática o valor experimental. É pedido que os alunos calculem o valor do alcance teórico e depois com a ajuda do professor façam o experimento, e então comparar os dois valores obtidos.

Quando o aluno faz o uso do experimento que no caso é um plano inclinado ou até uma simples bolinha jogada de uma plana mesa ele repara no movimento que a bola faz, que é o movimento de parabólico, e que logo que a bola sai da mesa ela começa a cair, diferente do que acontece no vídeo. Ele ela chega a conclusão que o que a ave fez no vídeo não confere com a física real. A respeito do alcance máximo, o valor teórico não confere com o experimental, pois na teoria estamos considerando uma total conservação de energia, o que não acontece na prática, que há no sistema várias energias dissipativas, que é o caso da energia rotacional, em forma de calor, atrito com a mesa e outros.

### 3 CAPÍTULO III – AÇÃO E REAÇÃO

#### 3.1 . HISTÓRICO:

Desde os filósofos gregos até a nossa era, os homens da ciência fazem tentativas constantes de diminuir a complexidade dos fenômenos naturais a algumas ideias e relações fundamentais simples. Este é o princípio de toda filosofia natural.

Isaac Newton, físico e matemático inglês, em 1686, lança sua famosa obra “Princípios Matemáticos da Filosofia Natural” onde realiza a proeza de em linguagem matemática a natureza mecânica do mundo. Suas três Leis explicavam vários comportamentos relativos ao movimento de objetos. A forma original na qual as leis foram escritas é:

- *Lex I: Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, nisi quatenus a viribus impressis cogitur statum illum mutare.*

(Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta, a menos que seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele.)

- *Lex II: Mutationem motis proportionalem esse vi motrici impressae, et fieri secundum lineam rectam qua vis illa imprimitur.*

(A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida.)

- *Lex III: Actioni contrariam semper et aequalem esse reactionem: sine corporum duorum actiones in se mutuo semper esse aequales et in partes contrarias dirigi.*

(A toda ação há sempre oposta uma reação igual, ou, as ações mútuas de dois corpos um sobre o outro são sempre iguais e dirigidas a partes opostas.)

([https://pt.wikipedia.org/wiki/Isaac\\_Newton](https://pt.wikipedia.org/wiki/Isaac_Newton))

As Leis de Newton constituíram na história da ciência, um marco conceitual de extrema importância, pois alterou a concepção de mundo da humanidade dando uma explicação universal e contundente para os movimentos dos corpos. Galileu iniciou a revolução científica acompanhado, entre outros, de Kepler, Copérnico, Descartes, Halley. Porém Newton é que realizou o “fechamento” das ideias anteriormente

desconectadas. Antes destes grandes marcos existia uma teoria puramente baseada no senso comum ligada à doutrina cristã e fundamentada na filosofia aristotélica.

## 3.2 VÍDEO #2 (COIOTE COM PATINS E VENTILADOR)

### 3.2.1 Apresentação do Vídeo e Observações:

O vídeo se encontra no endereço <http://www.youtube.com/watch?v=0S9NA3hnKqQ>.

Como vemos na figura 3 abaixo, o vídeo mostra uma cena do Coiote que está com patins nos “pés”, uma vela tipo de barco e um ventilador amarrados ao seu corpo, formando assim um só sistema. Quando o ventilador é ligado, seu vento bate na vela que impulsiona nosso personagem para frente, que se movimenta escorregando através de seus patins, e com o tempo sua velocidade vai aumentando.

## 3.3 ATIVIDADE INVESTIGATIVA

### Proposta do problema:

Nesse momento são feitas algumas perguntas para a turma: Ele conseguiria se movimentar como no vídeo? O que aconteceria se substituíssemos esse ventilador por um de potência duas vezes maior? E se aumentássemos a vela por uma duas vezes maior? O que aconteceria se invertêssemos o sentido do ventilador? E se retirássemos o ventilador do corpo do Coiote, mas continuasse a ventar na vela?

### Levantamento de hipóteses e levantamento de plano de trabalho:

Pede-se então para que a turma se divida em grupos de no máximo 4 alunos, e então que eles discutam sobre as perguntas feitas e as respondam na próxima aula com um embasamento teórico, que foi explanado na primeira aula.

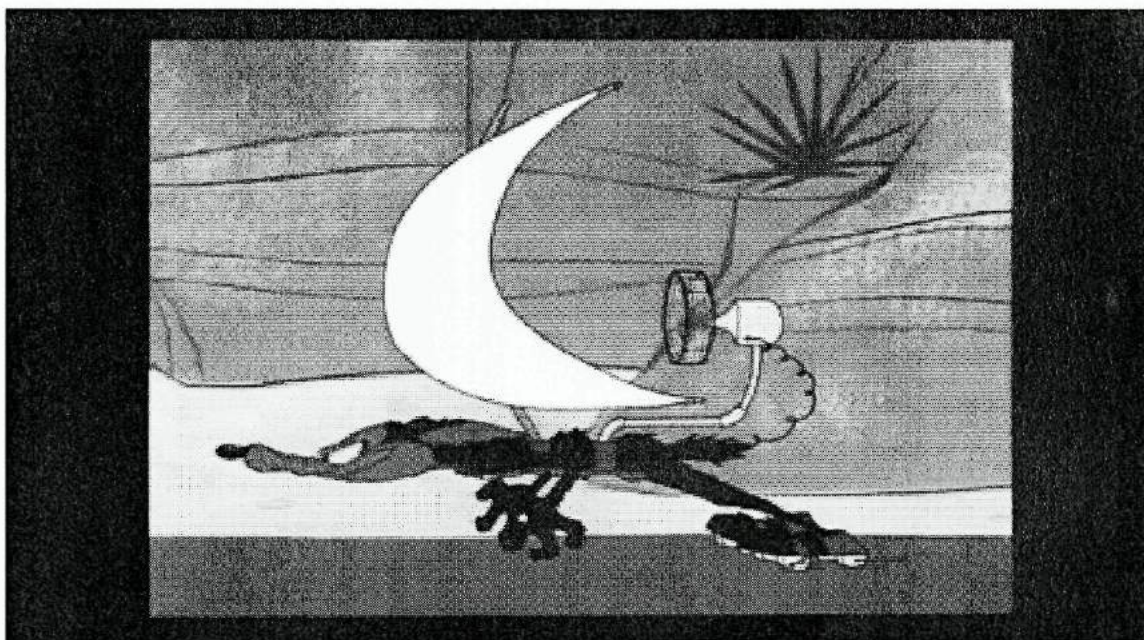


Figura 8 - Frame do vídeo

A 3ª lei de Newton refere-se à interação mútua entre dois corpos. Ao estudá-la, enfatizasse sempre, através de uma série de exemplos, que as forças de ação e reação atuam sempre em corpos diferentes; desse modo, em um par ação-e-reação, há sempre dois corpos envolvidos. Além disso, não há uma relação de causa e efeito entre as forças de ação e reação; ocorre apenas uma interação simultânea entre os corpos do par.

O efeito das forças de ação e reação sobre cada um dos corpos em questão pode ser diferente, dependendo das suas massas.

Sob a ação das forças, um corpo pode entrar em movimento e o outro não, ambos se movimentarem ou ambos permanecerem parados. As seguintes situações, entre outras, permitiram exemplificar estes fatos:

a) um homem dentro de um barco, em repouso, na água e, próximo ao cais, o empurra horizontalmente com um remo. O barco, então, se movimenta afastando-se do cais. (A explicação que muitos alunos inicialmente dão a isto é que as duas forças não eram iguais em módulo, ou seja, a força no barqueiro era maior do que a no cais, visto que o barqueiro se deslocava e o cais não.)

b) dois patinadores estão de frente um para o outro com a palma das mãos encostadas. Um dos patinadores empurra o outro e, em consequência disso, eles deslizam em sentidos contrários.

c) Um homem faz uma força sobre uma parede vertical. A força de reação que a parede exerce sobre ele, no entanto, não o coloca em movimento. Há interação entre corpos que ocorrem à distância; por exemplo, a atração entre a Terra e um corpo

próximo à sua superfície, porém não em contato com ela (o fato de muitos livros de texto, principalmente de Ensino Médio, introduzirem força como um puxão ou um empurrão parece favorecer a ideia de que só há força quando existe contato). Chamasse também a atenção para o fato de que as forças podem ser atrativas ou repulsivas, tais como forças entre corpos carregados com cargas de sinais contrários ou de mesmo sinal.

Para exemplificar temos a figura 9 abaixo, que resume a 3ª lei, se você empurra um bloco, o bloco empurra você.

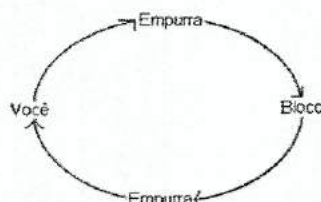


Figura 9- Ciclo da 3ª Lei de Newton

### Montagem do arranjo experimental e coleta de dados:

#### 3.4 EXPERIMENTO #2 (CARRO DE NEWTON)

Na aula seguinte depois de discutido as respostas dos alunos e comentado as várias hipóteses a cerca da vela e do ventilador é apresentado aos alunos o Carro de Newton, um experimento que simula de maneira simples a cena do vídeo, com o experimentado ligado como no desenho, vemos que o vento bate na vela e nada acontece com o carrinho, ele continua imóvel, pois estamos aplicando uma força no mesmo corpo, depois invertemos o sentido do ventilador e vemos que o carro se move, pois temos um par de ação e reação (ar + carro), quando tiramos o ventilador do carro e aproximamos da vela vemos que o carro se movimenta, pois agora o ventilador não faz mais parte do conjunto, passa a ser um par de ação e reação (ventilador + carro). O professor pode deixar com que os alunos manipulem o experimento, e eles próprios tirem suas dúvidas sobre o experimento e sobre a lei da ação e reação.

A princípio quando os alunos vêem o carrinho e eu lhes pergunto se vai anda como no vídeo a resposta é quase que unânime, sim! É claro! E quando o professor liga o experimento todos ficam surpresos com o carro parado, nesse momento os alunos começam a brincar com o carro e invertem o ventilador de todas formar possíveis e entendem por que o carro não andou e aprendem a forma de o colocar em movimento, que é desencaixando o ventilador do corpo do carro, que passará a ser dois corpos separado.

## 4 CAPÍTULO IV – CONSERVAÇÃO DE ENERGIA

### 4.1 HISTÓRICO

Um modo informal de enunciar a Lei da Conservação da Energia é dizer que energia não pode ser criada nem destruída: a energia pode apenas transformar-se.

Deve-se ter em mente que energia compreende várias divisões com seus conceitos específicos, como energia potencial, energia cinética, energia térmica, energia nuclear etc.

Deve-se ter atenção com o princípio de conservação da energia no que se refere à sua aplicação. Em seu sentido mais abrangente a conservação da energia implica que se entenda a *energia a ser conservada* como a energia total do sistema, em acordo com o princípio da equivalência entre massa e energia. Assim, a massa é tratada como energia e não há lei de conservação de massa para o sistema, apenas a lei da conservação da energia.

Ou seja, a conservação da energia, de acordo com o modelo de Albert Einstein, diz respeito à conservação de uma medida que engloba massa e energia, dentro de um sistema isolado.

Filósofos da antiguidade, desde Thales de Mileto, já tinham suspeitas a respeito da conservação de alguma medida. Porém, não existe nenhuma razão particular para relacionar isso com o que conhecemos hoje como "massa-energia".

Em 1638, Galileu publicou sua análise de diversas situações incluindo a célebre análise do "pêndulo-ininterrupto", que é a conversão contínua de energia potencial em energia cinética e vice-versa, garantido que a totalidade da soma destas duas à qual dá-se o nome de energia mecânica do sistema, que sempre permaneça constante. Porém, Galileu não mencionou o processo usando o conceito de energia, como se conhece hoje.

Foi Gottfried Wilhelm Leibniz, durante 1676–1689 quem primeiro realizou uma formulação matemática da energia associada ao movimento (energia cinética).

### 4.2 VÍDEO #3 (COIOTE COM UM PÊNDULO GIGANTE)

#### 4.2.1 Apresentação do Vídeo e Observações

O vídeo se encontra no endereço <http://www.youtube.com/watch?v=xgUJ0NWwNf8>.

Como vemos na figura 5 abaixo, o vídeo mostra uma cena do Coiote que deixa cair uma bola grande de metal presa em uma corda, que faz um pêndulo gigante com uma madeira atravessada em um precipício. Quando a bola é solta, ela passa próximo o solo e sobe, fazendo um 360° voltando ao mesmo ponto de onde foi solta e cai em cima do nosso personagem.

### 4.3 ATIVIDADE INVESTIGATIVA

#### **Proposta do problema:**

É feita uma pergunta para a turma: Isso é possível? A bola conseguiria dá uma volta de 360° sobre o tronco de madeira? Se a resposta for sim, explique o porquê? E se for não, diga qual a altura que ela poderia ter atingido.

#### **Levantamento de hipóteses e levantamento de plano de trabalho:**

Pede-se então para que a turma se divida em grupo de no máximo 4 alunos, e então que eles discutam sobre a pergunta feita e a respondam na próxima aula com um embasamento teórico, que foi explanado na primeira aula.

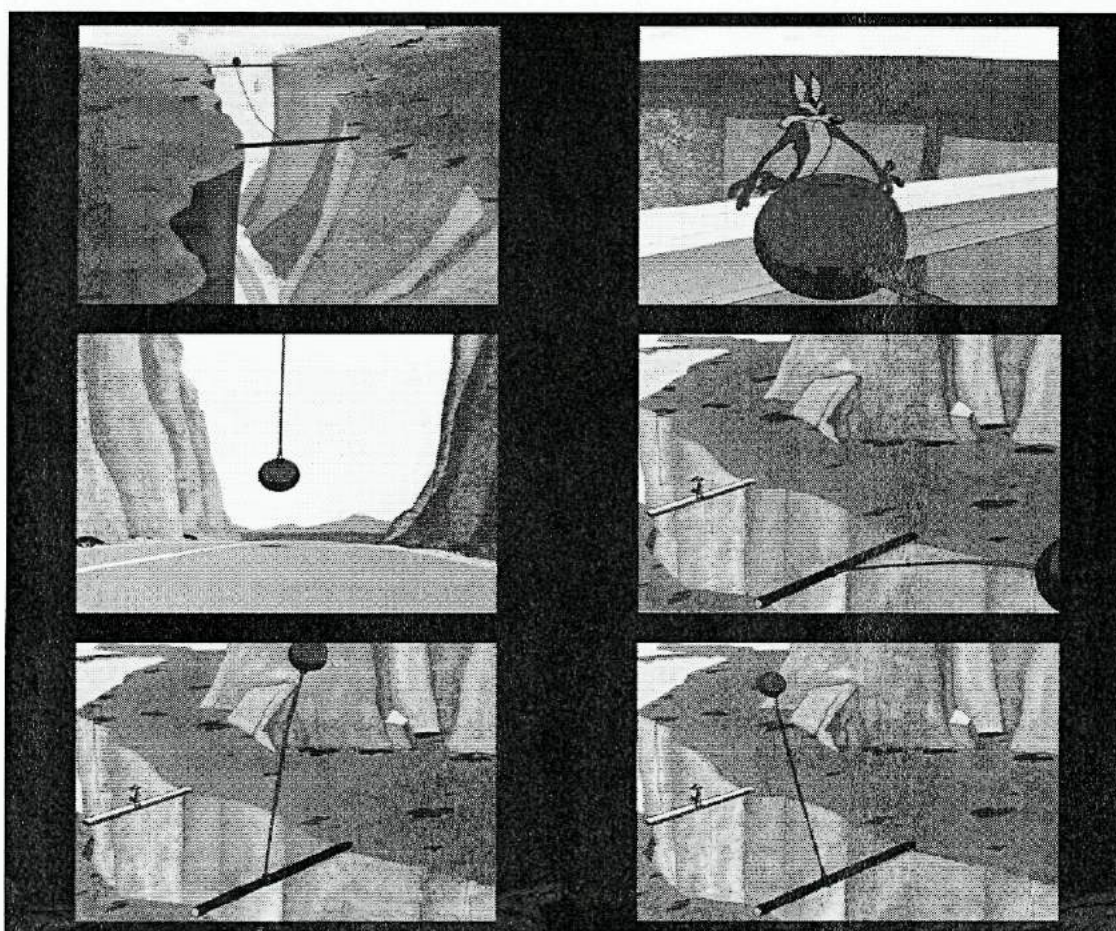


Figura 10 - Frames do vídeo

O princípio da conservação da energia mecânica diz que num sistema isolado constituído por corpos que interagem apenas com forças conservativas, a energia mecânica total permanece constante.

Um corpo em queda livre perde constantemente energia potencial gravitacional, mas ao mesmo tempo aumenta a sua velocidade, de forma que aumenta também a sua energia cinética.

No caso de não existirem atritos, a diminuição da energia potencial gravitacional em qualquer ponto do percurso é igual ao aumento de energia cinética. Do mesmo modo, se um corpo for lançado para cima, o aumento da energia potencial gravitacional entre dois pontos é igual à diminuição da energia cinética. Este princípio também pode ser aplicado a sistemas em que há transformação de energia potencial elástica em energia cinética, e vice-versa. Como acontece, por exemplo, no caso de uma mola.

Pode dizer que num sistema sobre o qual só atuam forças conservativas, a energia mecânica total do sistema ( $E_m$ ) (soma da energia potencial com a energia cinética) permanece constante, ou seja, é conservada. Então, em um sistema corpo-Terra, a variação da energia mecânica total do sistema é igual a zero. Estas afirmações exprimem, de modos diferentes, o mesmo princípio: o da conservação da energia mecânica.

Como podemos ver na figura 11 abaixo, se as forças são conservativas, suas energias também irão se conservar. Logo se um pêndulo é solto de uma determinada altura, ela deverá atingir a sua mesma altura inicial, que é o que não acontece no vídeo que vimos, onde nosso personagem solta uma bola de uma determinada altura e logo depois ela atinge uma altura maior do que a inicial, logo para a bola atingir tal movimento de 360° ela deveria ganhar energia, para o vídeo estar correto, o Coiote deveria ter empurrado a bola com muita força, para ela assim, com a soma desse energia do empurrão, atingir o movimento do vídeo mostrado.

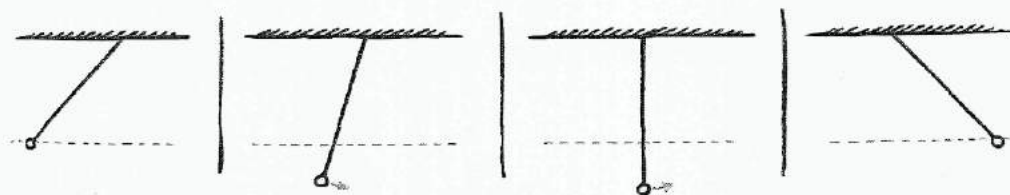


Figura 11<sup>3</sup> – Movimento de um pêndulo

<sup>3</sup> HEWITT, 2009, figura 7.8 - pág. 118

## **Montagem do arranjo experimental e coleta de dados:**

### **4.4 EXPERIMENTO #3 (PÊNDULO)**

Na aula seguinte, depois de discutido as questões levantadas em sala de aula e as hipóteses de como a bola poderia fazer um movimento de  $360^\circ$  e qual seria a altura que a bola poderia atingir, caso ela não conseguisse realizar o movimento do vídeo, seria apresentado um experimento que simula, de maneira simples, a cena do vídeo, que é um pêndulo de fácil acesso para compra, uma linha com uma bola amarrada e uma haste que poderá ser uma caneta.

Pegamos uma das bolinhas do pêndulo a suspendemos e medimos sua altura da superfície com uma régua, logo deixamos a bolinha cair e vemos que altura ela atingiu e vemos também se ela se comportou como no vídeo mostrado.

Esse experimento faz com que o aluno demonstre experimentalmente que o que foi visto no vídeo não é fisicamente correto, e o correto é o que foi mostrado teoricamente, que tem que haver uma conservação de energia, tanto cinética quanto potencial, nesse caso.

Com esse experimento, que é muito fácil de fazer, o aluno prova experimentalmente que o que acontece no vídeo não é verdadeira, e com uma simples caneta e uma linha com um objeto na ponta o aluno consegue ver a altura máxima que o objeto chega e que não é possível o objeto ultrapassar a altura da qual foi solta.

## 5 CAPÍTULO V - REFLEXÕES SOBRE A PROPOSTA

Essa proposta tem como objetivo central possibilitar ao professor, de acordo com LDB e orientações dos PCN's e PCN+, uma abordagem de trabalho usando tecnologia áudio visual, com apresentações de vídeos em projetor *data show*, aumentando o interesse do aluno pela aula.

A proposta tem como foco demonstrar que nem tudo que é visto na televisão é uma verdade científica, e através dos experimentos propostos o aluno pode demonstrar experimentalmente o que realmente acontece nos vídeos. Todo o conteúdo foi aplicado sem se preocupar com o rigor matemático, apenas de cunho teórico.

É muito importante fazer com que o aluno consiga relacionar o que está aprendendo com o seu cotidiano, encontrando um sentido para o aprendizado. Pois o aluno só consegue aprender aquilo que faz sentido para ele.

Em virtude do momento em que foi elaborada esta proposta, isto é, no final do curso de graduação em Física, não houve tempo hábil para a aplicação em sala de aula. No entanto, acredita-se que é possível ser aplicada essa proposta com êxito em sala de aula, desenvolvendo no aluno.

## BIBLIOGRAFIA

AZEVEDO, M. C. P. S.; “Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula”. In. CARVALHO, A. M. P. de.(Org). *Ensino de Ciências – Unindo a Pesquisa e a Prática*.- São Paulo: Pioneira Thomson Learning, pp.19-33, 2004.

AZEVEDO, M. C. P. S.; “Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula”. In. CARVALHO, A. M. P. de.(Org). *Ensino de Ciências – Unindo a Pesquisa e a Prática*. - São Paulo: Pioneira Thomson Learning, pp.19-33, 2004.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

BRASIL, Parâmetros Curriculares Nacionais +, Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemáticas e suas Tecnologias. Brasília: Mec;SEMTEC, 2002. 144p.

CARVALHO, A.M.P. Ensino de Ciências, São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

GRAVIDADE <http://pt.wikipedia.org/wiki/Gravidade>

HEWITT, Paul, G. “Fundamentos da Física Conceitual”; tradução Trieste Ricci. – Porto Alegre: Bookman, 2009.

RONAN, C. A. História Ilustrada da Ciência. Rio de Janeiro: Universidade de Cambridge, Jorge Zahar Editor, 1987.