

**PROJETO NASA SHOW: INTRODUÇÃO EM CINEMÁTICA - O ESTUDO DO  
MOVIMENTO COM LANÇAMENTO DE PROJÉTEIS**

*Project NASA SHOW: Introduction to kinematics - the study of motion with projectile launch*

**Hermom Reis Silva** [*hermom@usp.br*]

*E.E. Prof. Francisco de Paula C. Jr. Secretaria da Educação de São Paulo. SP, 2016.*

**Resumo**

A partir do ensino ciências o presente projeto pretendeu inserir o educando do 9º ano, Ensino Fundamental, em cinemática: parte da física que estuda o movimento dos objetos. Entendendo que o aluno do ensino médio encontra grande dificuldade nesta disciplina quanto a aplicação das formulas, leis e cálculos em seu cotidiano. Assim, ao introduzir o estudo dos movimentos, Movimento Uniforme (MU) e Movimento Uniformemente Variado (MUV) o aluno do ensino fundamental pôde aumentar suas perspectivas em sua nova etapa estudantil. Ressaltando o uso do laboratório, para através da motivação despertar o interesse, descobertas e a valorização discente neste ensino/aprendizagem em questão.

**Palavras chave:** física na 8ª série do Ensino Fundamental, cinemática, movimentos, MU e MUV.

**Abstract**

From the science teaching the present project intended to insert the 9th grade, Elementary School, in kinematics: part of the physics that studies the motion of objects. Understanding that the high school student finds great difficulty in this discipline regarding the application of formulas, laws and calculations in their daily life. Thus, in introducing the study of movements, Uniform Motion (MU) and Uniformly Variant Motion (MUV) the elementary school student was able to increase his perspectives in his new student stage. Highlighting the use of the laboratory, through motivation to arouse the interest, discoveries and student appreciation in this teaching / learning in question.

**Keywords:** Physics in the 8th grade of elementary school, Kinematics, motion, MU and MUV.

## Introdução

Com objetivo de introduzir o aluno do 9º ano no ensino de Física cinemática, referente aos movimentos: MU<sup>1</sup>, MUV<sup>2</sup> e bidimensional, o presente trabalho fez o uso de lançamento de projéteis movido a pressão. Ou seja, a inclusão da experimentação no ensino prático-teórico culminou em uma aprendizagem significativa. Devido à complexidade relativa das componentes relacionadas à velocidade composta neste estudo, surge como motivação o lançamento oblíquo de “foguetes”. Estes, movido a CO<sub>2</sub> sólido, popularmente conhecido como gelo seco, água de torneira e a garrafa pet como artefato. Devido à ausência de equipamentos específicos, neste experimento trocaremos a  $V_0$  (velocidade inicial) pela  $V_m$  (velocidade média). Cálculo realizado é adaptado durante todo o experimento. Esta área do conhecimento de acordo com Halliday e Resnick é um desafio, o que justifica a inclusão das aulas práticas para uma compreensão coesa e eficaz,

O mundo, e tudo que nele existe, está em movimento. Mesmo objetos aparentemente estacionários, como uma estrada, estão em movimento por causa da rotação da Terra, da órbita da Terra em torno do Sol, da órbita em torno do centro da Via Láctea e do deslocamento da Via Láctea em relação às outras galáxias. As classificações dos movimentos (chamada de cinemática) podem ser um desafio. (Halliday & Resnick, 2012. p. 13).

Admitir um referencial, além de ser um conceito fundamental para o estudo do movimento em Física, é um dos princípios para a compreensão deste fenômeno. Na introdução do ensino de cinemática o educando compreendeu a relação entre espaço, o deslocamento, e tempo uma resultante sendo a velocidade média dada ao movimento uniforme, MU. A localização de um corpo qualquer, no espaço e tempo, como o referencial. Posteriormente, aprendeu que a aceleração é o fator físico responsável pela mudança da velocidade. Estes foram os pré-requisitos didáticos para a introdução do movimento bidimensional presente na trajetória do projétil. Momento em que ocorreu a introdução das “ferramentas” matemáticas: grandezas vetoriais como coordenadas Y, vertical, e X, horizontal, para as componentes de  $V_{ox}$  referente ao MU e  $V_{oy}$  com a gravidade como fator primordial para o MUV. Como sugere Bachelard, *“A ciência da realidade já não se contenta com o como fenomenológico; ela procura o porquê matemática (Bachelard, 1996).*

No lançamento do projétil a trajetória descreve uma parábola, na qual estão os movimentos MU e MUV, porém independentes. Assim, destacou-se o plano cartesiano para a visualização deste movimento bidimensional, e compreensão da velocidade composta. Aqui os conceitos de trigonometria básica definem as componentes da velocidade no MU como  $V_{ox}$  ( $V_{oc} \cos \theta$ ), Velocidade Média vezes o cosseno do ângulo, no eixo X, e  $V_{oy}$  no MUV, Velocidade Média vezes o seno do ângulo, no eixo Y (VIET e MORS, 2004).

Uma dificuldade presente nas escolas particulares e públicas se refere ao ensino de Física quanto a sua complexidade, quer seja a compreensão dos fenômenos, quer seja na execução dos cálculos. Aqui pretendemos propor meios para interferir significativamente nesta problemática. A prática da cinemática sobre o movimento, vivenciada no 9º ano, torna-se uma estratégia poderosa para essa questão. Em síntese, a motivação do lançamento do projétil, denominado pelos alunos de NASA SHOW, introduziu o educando no estudo da cinemática, além de diferenciar os movimentos

<sup>1</sup> Movimento Uniforme (MU).

<sup>2</sup> Movimento Uniformemente Variado (MUV)

unidimensional MU e bidimensional, MU e MUV. O último com uma velocidade composta. (Praxedes & Krause, 2015).

O projeto ocorreu de forma interdisciplinar entre Ciências da Natureza, Matemática, Química e Física no ensino teórico, procedimentos experimentais, execução e conclusão dos resultados (Marques, 2015).

### Conteúdo didático e disciplinas trabalhadas

**Matemática:** nas primeiras aulas teóricas foram retomados os assuntos da equação de 2º grau como trajetória do projétil e os cálculos para eficiência do experimento. A introdução dos principais conceitos de trigonometria sobre Cosseno, para composição da  $V_{ox}$  como  $V \cos \theta$ , e Seno, para o eixo Y, como  $V \sin \theta$ . Fatores fundamentais para a compressão da trajetória em um plano cartesiano, ensinadas nas disciplinas de Matemática e Ciências durante uma semana. Revisão dos ângulos de 30°, 45°, 60°, 89° e 90°, por fim destacar a impossibilidade do lançamento para o ultimo grau devido a inexistência do eixo X.

**Introdução no ensino de Física:** Foram revisados o conceito de aceleração, velocidade média, e ensinados as componentes da velocidade composta no lançamento oblíquo:  $V_{ox}$ , e  $V_{oy}$  velocidades independentes. Posterior, a ação da aceleração gravitacional como diferencial presente apenas no MUV. A introdução do ensino de vetores para compressão da velocidade composta no lançamento do projétil. A importância de diferenciar o ângulo de lançamento de 90° para que a componente X tenha um valor significativo. O cálculo aproximado da velocidade média em relação ao ponto Y máximo para calcular  $V_o$ .

**Química:** Transformação da matéria, revisão de processos de alteração do estado, especificamente a sublimação do gelo seco,  $CO_2$ .

### Objetivos

#### *Objetivo principal*

Inserir o educando, através do lançamento do projétil, e a contextualização entre o ensino de Matemática e Química para inserir o aluno no estudo de Física, no estudo de cinemática, especificamente na introdução dos movimentos MU, MUV e bidimensional.

#### *Objetivos secundários*

Durante o projeto foram desenvolvidas as seguintes habilidades:

- Compreender a linguagem algébrica das equações de 2º grau e sua importância na definição da trajetória parabólica do projétil, a relação de seno e cosseno para a composição da velocidade bidimensional.
- Compreender o conceito de grandeza vetorial, adotando como referencial o plano cartesiano nas coordenadas vertical, seno do ângulo para Y, e horizontal, para o eixo x o cosseno do ângulo. A aceleração da gravidade na direção vertical com sentido para cima (valor negativo), para baixo (com valor positivo).
- Relacionar o conhecimento de ângulos fundamentais das relações métricas para o lançamento do projétil, além de determinar as medidas diferentes de 90°, **reto**, para a composição da velocidade no eixo X.

- Desenvolver habilidades relacionadas na execução do procedimento, materiais e métodos de acordo com o protocolo.
- Retomar o conceito de fenômenos físicos e os processos de transformação do estado da matéria, principalmente a sublimação do gelo seco na água, conseqüentemente o aumento da pressão interna.
- Destacar, em forma vetorial, o desenho da trajetória em três momentos: pós-partida, ponto máximo e próximo da aterrissagem, indicar a velocidade no movimento bidimensional e suas componentes:  $V_{oy} = V_o \cdot \text{seno}^{\theta}$  e  $V_{ox} = V_o \cdot \text{cosseno}^{\theta}$ .
- Classificar as componentes  $V_{oy}$ , sob ação da gravidade, como MUV e a  $V_{ox}$  sem influência da aceleração como MU.
- Compreender o conceito de pressão como precursor do movimento através do processo de sublimação do gelo seco,  $\text{CO}_2$ , acelerado quando em presença da água, o que aumenta a pressão interna, com a rolha proporciona o arranque do artefato;
- Destacar as observações possíveis e prováveis quando o projétil alcançar a altura máxima no eixo Y;
- Verificar a importância dos cálculos matemáticos para a eficiência do lançamento do projétil, bem como a compreensão física dos fenômenos nele envolvidos.

*Habilidades do currículo de São Paulo do Ensino de Ciências Ensino Fundamental - Anos Finais 9º ano: Volumes 2, 8ª séries 9º ano de 2016.*

**Competências e habilidades:** identificar evidências diretas e indiretas da ocorrência de transformações químicas; descrever transformações químicas que ocorrem no cotidiano (Volume 1. CGEB, 2015, p. 25).

**Competências e habilidades:** identificar evidências diretas e indiretas da ocorrência de transformações químicas; identificar evidências da existência de proporção entre quantidades de substâncias utilizadas em transformações químicas; relacionar observações feitas no experimento com observações cotidianas; registrar dados experimentais (Volume 1. CGEB, 2016, p. 25).

**Competências e habilidades:** observar e registrar dados experimentais; interpretar resultados experimentais; interpretar imagens; responder perguntas de forma objetiva; emitir opiniões e os argumentos que as fundamentam; pesquisar em diferentes fontes de informação (Volume 2. CGEB, 2016, p. 9).

**Competências e habilidades:** realizar procedimento experimental a partir de um protocolo; coletar e registrar observações experimentais; interpretar resultados de experimentos (Volume 2. CGEB, 2016, p. 9)

*Habilidades do currículo de São Paulo do Ensino de Matemática Ensino Fundamental - Anos Finais 8ª série, 9º ao: Volumes 2, 9º ano de 2016.*

**Competências e habilidades:** determinar as razões trigonométricas de um ângulo agudo; utilizar a razão trigonométrica de um ângulo agudo na resolução de situações-problema; estimar a medida de ângulos de inclinação; efetuar medidas angulares com teodolito simplificado (Volume 2. CGEB, 2016, p. 40).

*Habilidades do currículo de São Paulo do Ensino de Física Ensino Médio – 1ª Série: Volumes 2, 9º ano de 2016.*

**Competências e habilidades:** *utilizar terminologia científica adequada para descrever situações cotidianas; prever, analisar e sistematizar fenômenos ou resultados de experimentos;*

## Justificativa

Nas séries finais do ensino Fundamental II, especificamente o 9º ano, foco do presente projeto, o aluno desenvolve habilidades procedimentais no Ensino de Ciências, de acordo com o currículo do Estado de São Paulo, Caderno do aluno 1. Além deste material, o governo disponibiliza o Livro Didático *Ciências matéria e energia* 9º ano de *Fernando Gewandedsznajde*, 2016. Com este material, durante o segundo semestre de 2016, foram ensinados os conteúdos de espaço, tempo, velocidade, aceleração, grandezas vetoriais, entre outros conceitos quais introduziu o educando no estudo da cinemática. Devido à complexidade desta disciplina na abordagem do estudo de movimentos de projéteis, para o ensino médio, suas componentes da velocidade: *Vox* e *Voy*, entende-se que o momento de sua introdução é propício. Ou seja, ao antecipar sua vivência, principalmente com aulas práticas, acreditamos que possíveis dificuldades, desinteresses entre outros, relacionados com a Física podem ser minimizados, pois, “*A maioria dos Alunos de Ensino Médio vem enfrentando um constante problema com relação ao aprendizado na disciplina de Física (Praxedes & Krause, 2016)*”.

Outra variável que possibilita a introdução do ensino de Física para o ensino fundamental é o fator tempo, ou seja, quatro aulas por semana no ensino de ciências. Partindo deste princípio se tornou possível uma abordagem eficiente prática/teórica, especificamente em cinemática sobre o estudo dos movimentos unidimensional e bidimensional. Compreender fórmulas, conceitos e cálculos pode ser potencializado quando ocorre a experimentação, além de observar a disciplina no cotidiano de vida. Ou seja, facilita na ocorrência da contextualização do aprendizado. Por fim, promover a mudança de perspectivas, além da defasagem, do aluno ingressante no ensino de física, 1ª série do ensino médio, foi uma das metas fundamentais deste projeto (Gomes & Castilho, 2015).

## Metodologia

A aplicabilidade do projeto sugeriu quatro etapas e o conhecimento prévio de química lecionado no primeiro semestre de 2016. Com um total de 50 aulas: ensino e revisão do conteúdo didático, construção e lançamento do projétil, a avaliação final e discussão dos resultados.

No primeiro semestre, 2016, os alunos aprenderam conteúdos sobre introdução em Química para o ensino médio, com uma programação de 20 aulas. Conceitos como matéria, mudança de estados e fenômenos químicos/físicos foram ensinados através de teorias e experimentos. Em uma aula retomamos os processos de mudança do estado da matéria, em especial o de sublimação. Assim, ao trabalhar com o gelo seco, CO<sub>2</sub> Sólido, o aluno associa o processo submetido, ao liberar a “fumaça”, em que esta substância age nas Condições Normais de Temperatura e Pressão CNTP (FISPQ, 2013). Já no Segundo semestre de 2016 o educando foi inserido no ensino de Física sobre cinemática: princípios de mecânica, somando um total de 12 aulas.

**Etapa 1** - Ferramentas matemáticas, um total de seis aulas, foram revisados e ensinados os conceitos de matemática nas disciplinas de Ciências e Matemática de acordo com a proposta curricular de ensino:

- a) Equação de 2º grau destacando as raízes do eixo X, adaptando no lançamento do foguete como ponto de partida,  $X_1$ , e chegada,  $X_2$ , e o eixo Y com o valor máximo relacionando a altura atingida. Ângulos notáveis, 30°, 45°, 60°, 85° e 90°, para medida das relações trigonométricas de Seno, Cosseno e Tangente (Volume 2. CGEB, 2016, p. 40).

**Etapa 2** – Nesta fase, realizada em seis aulas, ocorreu a introdução do ensino de Física e interação com as relações trigonométricas para compreensão dos movimentos MUV e UM no movimento bidimensional do projétil:

- a) A aceleração, além de gravidade como fator limitante na subida do projétil, sendo fundamental para alterar a velocidade e variar o movimento.
- b) Introduzir as grandezas vetoriais: direção, sentido, velocidade e aceleração.
- c) Associar as coordenadas horizontal com o eixo X e vertical com o eixo Y.
- d) Revisão do Movimento Uniforme (MU) e o ensino do MUV sobre ação da aceleração. A composição das  $V_{oy} = V_o \cdot \text{sen} \theta$  e no eixo y, sendo a Velocidade Média vezes o Seno de  $V_{ox}$ , e a  $V_{ox} = V_o \cdot \text{cosseno} \theta$ . Estas, como velocidades independentes presentes nos movimentos do projétil, fatores que o torna bidimensional.
- e) Adotar o plano cartesiano como referencial para lançamento do projétil e a parábola como trajetória, observando o ângulo de lançamento diferente de 90°, para existência do deslocamento da coordenada X.
- f) Relacionar a importância da matemática para o entendimento de física (FLORES, 2013).

**Etapa 3** - Na terceira fase, realizada em 3 aulas, ocorreu a execução da aula prática com o lançamento do projétil, de acordo com o protocolo abaixo:

**Nome do experimento:** NASA SHOW

**Objetivo:** Realizar o lançamento de projéteis para o estudo do MU e MUV na composição do movimento bidimensional presentes em sua trajetória.

**Materiais:**

- a) Gelo seco,  $\text{CO}_2$ , sólido, temperatura aproximada em - 45°C
- b) Garrafa Pet, em forma de cone com capacidade de 2 litros
- c) 2 Rolo de Barbante, 200 metros
- d) Três tripés de ferros para a formação de base de lançamento
- e) Rolha de cortiça para pressionar no bico da garrafa de 3,5cm de largura por 2cm de diâmetro
- f) Martelo para pressionar a rolha
- g) Cronometro para registrar a altura máxima alcançada
- h) Fita métrica para medir o deslocamento do barbante
- i) Transferidor para medir o ângulo da base de lançamento (formado pelos tripés)
- j) Luva de PVC para manuseio do gelo seco

**Procedimento:**

- 1) Pegar a garrafa Pet e amarrar o barbante na mediana, em seguida descarregar o suficiente para 100m, de maneira que não ocorra o embaraçamento ao longo de sua trajetória;
- 2) Medir o ângulo de lançamento, 45°, 60° e 85°, e fixar o conjunto de Tripés na terra.
- 3) Colocar 500 ml de água na garrafa, em seguida colocar três pedaços de gelo seco de aproximadamente 5cm, ou quatro quando menores;
- 4) Pegar a rolha e pressioná-la com o martelo, em seguida colocar no tripé com muito cuidado, após manter uma distância de no mínimo 5 metros;
- 5) Preparar o cronometro, no momento do lançamento ligar, desligar no momento em que o projétil atingir a altura máxima, coordenada Y seno;

- 6) Quando o projétil alcançar a altura máxima impedir o deslocamento do barbante, parar e medir o tempo;
- 7) Medir o deslocamento do barbante, o tempo para calcular a velocidade  $V_0$ , adaptada como velocidade “media” para a velocidade inicial, neste experimento;
- 8) Realizar as observações e repetir o experimento nos ângulos diferentes;
- 9) Preencher o relatório com as observações realizados e comparar com as hipóteses antes do experimento.

O protocolo do experimento deve conter dois desenhos de escolha dos alunos, relacionando-os com o ângulo de lançamento:



*Desenho 1 – Projetar o lançamento do projétil, as componentes da velocidade  $V_{ox}$  e  $V_{oy}$  no plano cartesiano, concluir com os cálculos aparentes e a presença da aceleração da gravidade como fator diferencial do MUV*



*Desenho 2 – Projetar o lançamento do projétil, as componentes da velocidade  $V_{ox}$  e  $V_{oy}$  no plano cartesiano, concluir com os cálculos aparentes e a presença da aceleração da gravidade como fator diferencial do MUV*

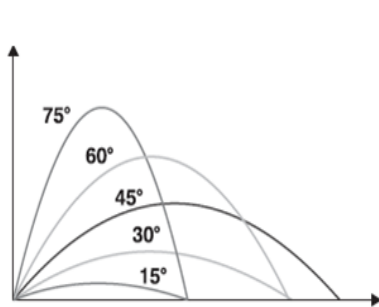
O relatório foi preenchido em grupo de 5 a 9 alunos (Silva, 2016).

**Etapa 4** - Avaliação final e discussão dos resultados, realizado em três aulas. Os alunos concluíram o relatório, no período pós-aula, e após a correção ocorreu a discussão dos resultados com as hipóteses propostas antes do experimento.

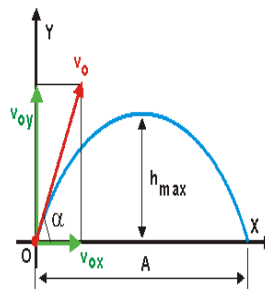
### **Hipótese antes do experimento**

Ao analisarmos a possibilidade de estudar os movimentos unidimensional e bidimensional a proposta do lançamento de projétil possibilitou criar e investigar hipóteses. Como sugere Praxedes e Krause, “*A disciplina de ciências tem como objetivo proporcionar ao aluno condições de investigar e descobrir problemas a partir de análises de um determinado fenômeno, tendo assim a capacidade de criar hipóteses e suas conclusões (Praxedes & Krause, 2015, p.3)*”.

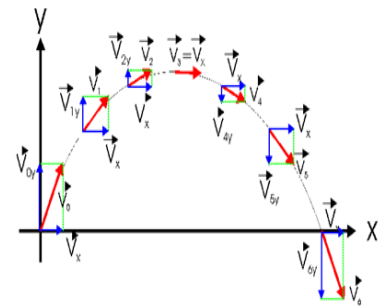
- 1) De acordo com o material bibliográfico de pesquisa, e o simulador de lançamento: **Projectile-motion** quanto maior o ângulo de posicionamento do tripé a base de lançamento, maior seria o alcance do eixo y. Em contrapartida, quanto menor o ângulo de lançamento, maior o deslocamento do eixo X e menor o de Y, em ambos os casos o limite foi  $90^\circ$ .
- 2) A gravidade seria decisiva para diferenciar os movimentos uniforme MU e movimento uniformemente variado MUV.
- 3) Após colocar a água, aproximadamente 500ml, o gelo seco, a rolha na garrafa pet, posterior no tripé, com o “bico” para baixo, a pressão interna, acelerando o processo de sublimação do  $\text{CO}_2$ , pressionaria a rolha para baixo e ocorreria o lançamento oblíquo. Este na trajetória em forma de parábola, sem que houvesse a explosão da garrafa.
- 4) Ao atingir o Y máximo, com o deslocamento do barbante e o uso do cronometro, seria possível calcular a velocidade  $V_0$  como  $V_m$  para este experimento.
- 5) É esperado que os alunos mencionem, em algum momento, as componentes  $V_{ox}$  e  $V_{oy}$  como grandezas vetoriais e o momento em que  $V_{oy}$  fosse  $0\text{m/s}$  (figura 2). Além mencionar no relatório que o projétil descreve um movimento bidimensional.



**Figura1:** Alcance relacionados aos ângulos.  
 Fonte: Projectile-motion, 2016



**Figura 2 –** Altura máxima e componentes da  $V_{ox}$  e  $V_{oy}$   
 Fonte: Projectile-motion, 2016



## Análise dos Resultados

De acordo com a proposta do projeto: introdução em cinemática, o estudo dos movimentos Uniforme (MU), Uniformemente Variado (MUV) e a velocidade composta do movimento bidimensional, foi atingida. O conjunto de aulas teóricas, a aceleração como fator diferencial e a importância da matemática corroborou com o sucesso do experimento. Tornou-se possível construir o conceito de velocidades independentes em seus respectivos eixos. Em uma visão introdutória, porém significativa, o aluno do ensino fundamental, 9º ano, leva este aprendizado para o ensino médio. A presente ação pôde contribuir para um maior interesse, opinião e participação do futuro aluno de Física da 1ª série do médio.

### Análise das hipóteses pós experimento

Para uma análise mais apurada e reflexiva quanto a avaliação dos relatório ocorreu a numeração de 1º a 22º. Longe de um caráter classificatório e qualitativo, a demarcação surge apenas para a uma proposta de discussão das observações.



### 1) Hipótese 1:

Para este experimento foram adotados três ângulos diferentes:  $40^\circ$ ,  $60^\circ$  e  $85^\circ$ , com os devidos cálculos e os valores de seno e cosseno. Torou-se possível observar que a coordenada vertical, Y, e a horizontal, X, comprovaram a hipótese inicial. Nos relatórios as informações comprovaram o maior alcance no eixo Y no ângulo de  $85^\circ$  e menor para o eixo X, em contrapartida maior distância no eixo X para  $40^\circ$  e menor para Y. Em 100% dos grupos a hipótese é comprovada nas conclusões e desenhos mencionados.

Obs1: Para destacar a importância da matemática o aluno substituiu a  $V_0$  (velocidade inicial do projétil) pela velocidade média, momento calculado no ponto máximo, altura, do eixo Y. Assim, foram realizados os cálculos  $V_{ox}$  e  $V_{oy}$  sendo as componentes independentes da velocidade do projétil. Além de suas indicações na trajetória do “foguetão”.

### 2) Hipótese 2:

A presença da aceleração da gravidade foi notada como fator fundamental do MUV, presente no vertical eixo Y. Dos 22 relatórios realizados, 16 identificaram a gravidade na velocidade do eixo Y e ausente no eixo X.

Nos desenhos dos relatórios, com exceção de seis relatórios, a gravidade foi diferenciada nos pontos em que seu valor é negativo, ao subir, e positivo em sua queda. Fatores mencionados durante as aulas teóricas.

### 3) Hipótese 3:

Ao colocar aproximadamente 500ml de água, o gelo seco,  $CO_2$ , posteriormente a rolha com a ajuda de um martelo, o posicionamento com o bico para baixo no tripé, ocorreu o lançamento, devido ao aumento da pressão interna. Para o sucesso do experimento e confirmação da hipótese três em todos os lançamentos não houve explosão da garrafa, material de PET, descartável, capacidade 2 litros (figura 3), (PET, 2016). Mencionada em todos relatórios.

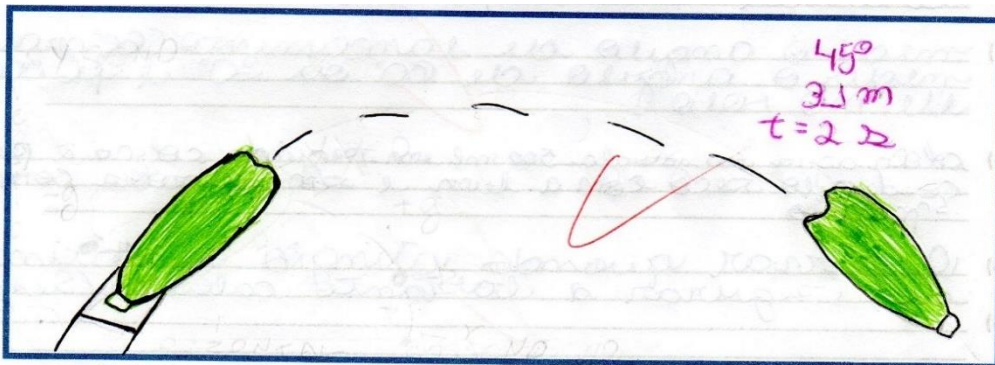


Figura 3. Relatório 11º 9º ano. E.E. Prof. Francisco de Paula C Jr. 2016

### 4) Hipótese 4:

O educando mencionou o momento em que o projétil atingiu o eixo y, altura máxima, registrando o tempo com cronômetro, com os dados realizou o cálculo da  $V_m$  “velocidade média”, após trocou pela  $V_0$  (adotada no experimento de acordo com a justificativa supracitada na introdução).

Obs4: Devido à alta velocidade do experimento a presente medida foi realizada em conjunto com cada sala de aula. Desta forma, dos 22 relatórios todos constam esta informação.

### 5) Hipótese 5

Nos desenhos e cálculos os alunos registraram, e calcularão corretamente, as componentes  $V_{ox}$  e  $V_{oy}$  como grandezas vetoriais. Assim, de acordo com o esperado, dos 22 relatórios 18 fizeram menções das velocidades independentes. Além de destacarem o momento em que  $V_{oy}$  se iguala a  $0\text{m/s}$ , sob ação da aceleração da gravidade. E por fim, todos os relatórios concluíram que o movimento do projétil foi bidimensional.

Mesmo com alguns erros nos cálculos, em 4 relatórios, ocorre o posicionamento das  $V_{ox}$  e  $V_{oy}$ , como grandezas vetoriais, e o momento em que a velocidade no eixo  $y$  se igualou a zero.

Os alunos do 9º ano que participaram do projeto foram submetidos a uma sequência de aulas teóricas, com exercícios e resolução de problemas. Posteriormente, todos que participaram da primeira etapa, realizaram a aula prática. É importante mencionar que dos 22 relatórios 18 obtiveram resultados excelentes nos cálculos, os demais, 4, apresentaram alguns erros, porém identificaram corretamente as posições em  $V_{ox}$  e  $V_{oy}$ . Alunos faltantes na sequência inicial do projeto, totalizando 9 alunos, participaram, após uma revisão teórica, da última aula prática realizada dia 02/12/2016. Assim, de acordo com os dados obtidos no estudo sobre cinemática, especificamente os movimentos MU, MUV e bidimensional, as expectativas didáticas foram superadas. O que corrobora para a introdução deste assunto na série final do ensino fundamental II. Entretanto, é válido lembrar que a motivação do educando está atrelada na realização de aulas práticas e discussões dos resultados, ou seja, uma avaliação dialogada (HOFFMAN, 2000).

### Avaliação

De acordo com Moreira, “...o ensino da Física na educação contemporânea é desatualizado em termos de conteúdos e tecnologias, centrado no docente, comportamentalista, focado no treinamento para as provas e aborda a Física como uma ciência acabada...”. Assim, a atualização do ensino de física foge do memento acabado tal qual, resume-se em resolução de exercícios, provas e afins, antes sua evolução está atrelada a inovações. Aqui, não houve uma pretensão para dizer como se ensina Física, antes pretendemos colaborar e contribuir com ferramentas que venham interferir na presente defasagem (Moreira, 2014, p. 2).

Como menciona Luckesi, “*Todos os instrumentos de coleta de dados sobre a aprendizagem são úteis para uma prática da avaliação, caso os dados obtidos sejam lidos sob a ótica do diagnóstico e não sob a ótica da classificação*”. Ou seja, mesmo dispondo de diversos erros o educando foi, não apenas da através da devolutiva do relatório, capaz de observar que o lançamento projétil descrevia um movimento diferente do unidimensional. Suas observações se tornam claras nas argumentações mencionados nos relatórios (Luckesi, 2015).

*Resumo e comentários das conclusões de alguns relatórios:*

#### **Relatório 22:**

Observação no processo de sublimação realizado pelo “gelo seco” quando em contato com a água sendo acelerado. E, após a rolha de cortiça ser pressionada na garrafa pet o aumento da pressão é citado como causa do lançamento do projétil.

#### **Relatório 06:**

Dentre os relatos há um comentário que valoriza o ensino de Física: “*Consideramos que essa foi uma das melhores experiências em todo o nosso ano letivo*”. Ou seja, a experimentação pode modificar a visão de uma disciplina e suas perspectivas futuras.

**Relatório 17:**

Um detalhe merece destaque quando os alunos mencionaram que *“Quanto mais água, pedaços de gelo seco e mais pressionada estiver a rolha maior será o alcance do foguete”*. Uma observação que logo foi dividida entre os demais grupos, o que resultou em melhores resultados

**Relatório 09:**

O processo de sublimação e a pressão são bem destacados. A alta velocidade do projétil em sua subida é limitada pela aceleração negativa, a qual se torna positiva quando a velocidade se iguala a zero e seu sentido é para baixo.

**Relatório 12:**

Um lançamento que ocorreu com uma forte ventania, fator que desviou a trajetória inicial do projétil. O presente momento foi registrado pelos alunos. Em um dos desenhos não há o lançamento do projétil, apenas o desenho do tripé e a garrafa.

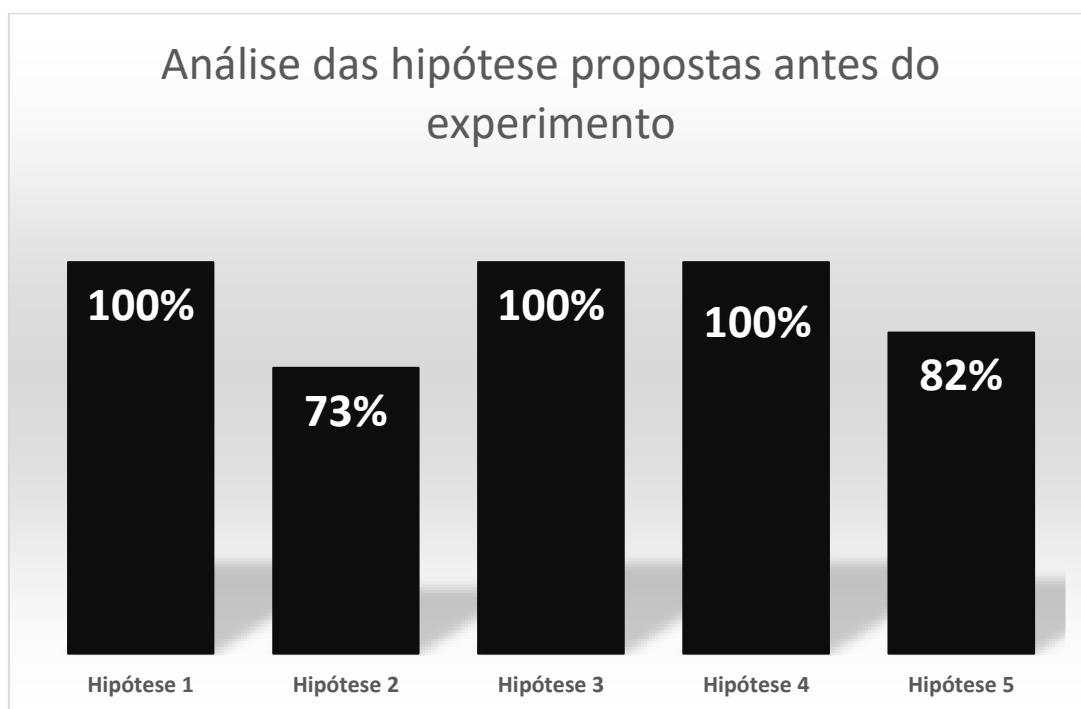
Como citado acima no *Relatório 12* os alunos, após a nota do relatório, argumentaram que o presente foguete jamais poderia subir, uma vez que seu ângulo seria de  $90^\circ$  e tornaria inexistente o deslocamento no eixo X. Imediatamente, a argumentação do grupo teve, em seu relatório, a nota alterada.

Em um segundo momento, devido as condições de aquisição de gelo seco, preparo entre outros, o experimento foi repetido para inclusão dos alunos faltantes que não participaram do primeiro momento. Referente ao preparo das aulas podemos alcançar resultados inimagináveis com a experimentação. Haffmann deixa claro ao falar sobre a organização docente do conhecimento, *“O conhecimento do aluno vem dos objetos e cabe ao professor organizar os estímulos com os quais o aluno entrará em contato para aprender (Hoffmann, 2000, p.54) ”*.

Assim, mesmo um assunto de tamanha complexidade os alunos foram capazes de argumentar, observar, superando o esperado e o construído conhecimento durante o processo. Algumas evidências, a seguir, comprovam a evolução do aprendizado e autonomia discente:

- A resistência da garrafa seria segura de acordo com o aumento da pressão? Fato que nos levou a medir com a explosão de duas garrafas, ao colocar uma quantidade de água, 6 pedaços de 3cm de gelo seco e o fechamento com a tampa. Após essa observação os alunos escolheram a garrafa PET de coca-cola devido a sua maior resistência com objetivo evitar acidentes, após o pressionamento da rolha de cortiça.
- O desenho de um projétil com o ângulo de  $90^\circ$ , mostrando a ausência do lançamento devido a inexistência do deslocamento no eixo X.
- Duas alunas lançaram o projétil em um ângulo de  $90^\circ$  para atingir o maior alcance do eixo Y e observaram o pouco deslocamento no eixo X e associaram a presença do ar.
- Os alunos observaram que uma quantidade de até 1 Litro de água, para a mesma quantidade de gelo seco, resultou em um alcance maior.
- Mesmo com dificuldades nos cálculos a maioria dos alunos fizeram o uso da matemática desde a trajetória na forma de parábola, presente em todos os relatórios, até as componentes  $V_x$  e  $V_y$ .

De acordo com o gráfico abaixo podemos relacionar um desempenho prévio dos alunos quando relacionados com as hipóteses esperadas;



*Gráfico 1 – análise de resultados comparando com a hipóteses esperadas*

Outras observações foram notadas e argumentadas pelos alunos, ou seja, a avaliação final ocorreu de forma dialogada, momento de grande valia. De acordo com Haffmann, “*A avaliação, enquanto relação dialógica, vai conceber o conhecimento como apropriação do saber pelo aluno e também pelo professor, como ação-reflexão-ação que se passa na sala de aula em direção a um saber aprimorado, enriquecido, carregado de significados...*” A aprendizagem sobre cinemática, estudo do movimento, ocorreu em um espaço além das formulas e exercícios, o educando, motivado pela prática, apontou suas observações e discussões da teoria de forma autônoma. (Hoffmann, 2000, p.54).

## Conclusão

A experimentação, conjuntamente com a teórica, é uma ferramenta de grande valia na mão do professor de Ciências. Medida que pode alterar as perspectivas do educando sobre as disciplinas do conjunto de Ciências da Natureza, em especial a de Física mencionada neste projeto. A inclusão de aulas práticas é sistematicamente presente no currículo do Estado de São Paulo de Ciências –9º ano. Entretanto ao contemplar o ensino de Física notamos algumas lacunas. O livro didático, *Ciências matéria e energia 9º ano*, por sua vez contemplou a ausência deste conteúdo. Assim, além da matriz curricular, tornou-se possível o ensino de cinemática, MU, MUV, unidimensional e bidimensional, com as grandezas vetoriais. Em síntese este projeto reúne temas de química, matemática e física com um objetivo a aprendizagem significativa. Sendo a etapa final uma avaliação inclusiva, diferenciada com a participação dos alunos na construção do saber, de acordo com Luckesi:

A avaliação é um ato subsidiário da obtenção de resultados os mais satisfatórios possíveis, portanto subsidiária de um processo, de um movimento construtivo. Portanto, é um instrumento de busca de construção, por isso funciona articulado com um projeto pedagógico que se assume, que se crê e se efetua construtivamente (Luckesi, 2015, p.4).

Ou seja, através do empenho, docente-discente, tornou-se possível inserir um conteúdo do ensino de Física, cinemática: estudo dos movimentos, 9º ano ensino fundamental. Mudar o olhar do

aluno quanto a dificuldade e complexidade destinadas a uma disciplina, sem dúvida, é interferir em perspectivas futuras. O ensino, interdisciplinar, sobre os movimentos MU, MUV, unidimensional e bidimensional através da teoria, prática e discussões, promoveu a visualização do aprendizado no cotidiano. Assim, o ensino promoveu a contextualização do saber.

Movido pela motivação, no momento da avaliação, com objetivo de promover a autoestima do educando não “existia” de fato uma resposta correta, antes o desenho de compreender o fenômeno, as discussões, entre outros promoveram outras respostas. Como sugere Schon, “*O grande inimigo da confusão é a resposta que se assume como verdade única. Se só houver uma única resposta certa, que é suposto o professor saber e o aluno aprender, então não há lugar legítimo para a confusão*”. A ausência da pressão de ser coagido por uma única resposta possibilitou a construção do produto mais legítimo da educação: o conhecimento, (Schon, 1997, p.83).

Por fim, o objetivo inicial do presente projeto; NASA Show, foi atingido com grande sucesso. E de acordo com Hoffman um conhecimento foi construído, o que diferencia esta aprendizagem significativamente,

A avaliação, enquanto relação dialógica, vai conceber o conhecimento como apropriação do saber pelo aluno e também pelo professor, como ação-reflexão-ação que se passa na sala de aula em direção a um saber aprimorado, enriquecido, carregado de significados, de compreensão. Dessa forma, a avaliação passa a exigir do professor uma relação epistemológica com o aluno - uma conexão entendida como reflexão aprofundada a respeito das formas como se dá a compreensão do educando sobre o objeto do conhecimento (Hoffmann, 2000, p. 56).

### **Autoavaliação**

No presente contexto a relação professor-aluno foi exercida em todo momento de avaliação. Ou seja, não foram considerados apenas os instrumentos tradicionais como provas, listas de exercícios entre outros. Antes, a participação, o momento promovido pela discussão dos dados obtidos e previstos aperfeiçoaram a avaliação final. A revisão dos relatórios em conjunto com alunos merece uma atenção, pois além de propor a revisão da correção possibilitou ao grupo a expressão de suas observações. Um momento em que Luckesi destaca, “*Considero a auto-avaliação um recurso fundamental de crescimento para todo ser humano. Um sujeito que não tenha autocrítica sobre si mesmo e suas ações, nunca mudará de posição*” (Luckesi, 2005, p.6).

A revisão deste aprendizado foi um momento em que houve superação quanto ao ensino construído através das observações, práticas e discussões. Ou seja, avaliar é um momento delicado, quando se insere a prática, torna-se mais difícil devido a riqueza de detalhes. Entretanto, foi um aprendizado docente, pois mesmo sendo considerado difícil, quanto à abordagem de um tema em Física: introdução em cinemática, no qual houve a superação de aquisição de materiais, tempo, entre outras variáveis. Neste momento houve a reflexão-na-ação que de acordo com Schon exige palavras,

Por outro lado, é possível olhar retrospectivamente e refletir sobre a reflexão-na-ação. Após a aula, o professor pode pensar no que aconteceu, no que observou, no significado que lhe deu e na eventual adoção de outros sentidos. Refletir *sobre* a reflexão-na-ação é uma ação, uma observação e uma descrição, que exige o uso de palavras (Schon, 1997, p. 83).

Alguns alunos não mencionaram o conhecimento nos relatórios, entretanto demonstraram durante a discussão. Ou seja, considerou-se, também, a avaliação oral no entendimento dos discentes durante a conclusão deste projeto. *“O fundamental é que o professor e alunos saibam que a postura deles, do professor e dos alunos, é dialógica, aberta, curiosa, indagadora e não apassivada, enquanto fala ou enquanto ouve”* (Freire, 2011, p. 51).

Admitir que, por diversas vezes tendemos à avaliação tradicional é um passo fundamental para tornar este momento produtivo, de grande valia e uma oportunidade para o amadurecimento. A Física é, sem dúvida, uma disciplina poderosa em despertar a curiosidade discente e docente, além poder valorizar a matemática. O diálogo da valorização desta disciplina não se encerra aqui. Encontrar a gênese de sua defasagem, quer seja a falta de preparo do professor, quer seja a desmotivação do aluno, pode ser minimizada, ou resolvida, através do diálogo. Uma ferramenta indispensável na educação quando há responsabilidade, pois, *“A prática docente crítica, implicante do pensar certo, envolve o movimento dinâmico, dialético, entre o fazer e o pensar sobre o fazer* (Freire, 1996, p. 22).”

### Considerações finais

A inclusão do ensino de Física na série final do Fundamental II, 9º ano, é de extrema importância para o sucesso do aluno na 1ª série do ensino médio. Acreditamos, representando diversos professores de exatas, que o educando quando pratica e discute as ciências naturais consegue visualizá-la em seu cotidiano. Ou seja, na observação de um movimento, quer seja unidimensional, ou bidimensional, percebe a importância dos cálculos, leis e fórmulas para sua ocorrência. Observar e praticar insere o educando em um papel fundamental, que de acordo com Moreira, *“Nessa perspectiva a educação autêntica não se faz do educador para o educando ou do educador sobre o educando, mas sim do educador com o educando* (Moreira, 2014, p.2). ”

Assim, houve um rompimento com a forma tradicional de avaliar e “transferir” conhecimento. Antes, ocorreu um aprendizado compartilhado, motivado e construído. O professor no momento do ensino sobre os movimentos, a introdução em cinemática se torna mediador, parte e não detentor do ensino aprendizagem.

Sabemos que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre o novo conhecimento e o conhecimento prévio. Nesse processo, que é não literal e não arbitrário, o novo conhecimento adquire significados para o aprendiz e o conhecimento prévio fica mais rico, mais diferenciado, mais elaborado em relação aos significados já presentes e, sobretudo, mais estável (Moreira, 2014, p.7).

A presença dos erros para um professor tradicional poderia se resumir em um desastre. Entretanto, destaca-se o presente momento como um processo legítimo de interação entre o que se esperava, as hipóteses, o que conseguimos, a conclusão e observações destas. Como previsto, ocorreu a interação entre aulas práticas, teóricas e o conhecimento prévio. Concluindo com a contextualização do conhecimento no cotidiano de vida do aluno.

Por fim, o conhecimento construído sobre cinemática teve participação do aluno em todo seu processo. O conjunto das ações presentes citadas durante o projeto culminou na introdução de um ensino popularmente conhecido como “difícil”: A Física. Entretanto, a seriedade na qual empenhamos na educação fez a diferença desde de seu início ao fim. Acreditar no ensino foi nosso primeiro passo para romper o que se entendo por difícil. *“Se quisermos formar um Eu lúcido, dosado, coerente, generoso precisamos questionar para onde caminha a educação* (Cury, 2014).” (Cury, 2014).

## Agradecimentos

De acordo com Freire “*Quanto mais penso sobre a prática educativa, reconhecendo a responsabilidade que ela exige de nós, tanto mais me convenço do dever nosso de lutar no sentido de que ela seja realmente respeitada*”. A participação dos professores e gestão escolar se fez presente. Assim, a E.E. Francisco de Paula Conceição Jr com toda a sua equipe acredita na educação, quer seja língua português, quer seja física. (Freire, 2011, p. 49) ”.

Desta forma agradeço aos companheiros:

Coordenadores Adalberto e Natalino Gonçalo Nascimento;  
 Professora Maria Rosária, Língua Portuguesa, Maria Cristina Ferreira de Melo Azevedo, Geografia, Luís Carlos Maciel, Matemática, Vanessa Ferraz, Matemática, Fabio R. Ferreira, língua portuguesa, Marcelo, História, Daiana Correia da Silva, inglês, Querli Pereira dos Santos, artes; Direção Eliane Mauge e vice direção Soraya Ventura Leite Silva.

Um agradecimento em especial pelo apoio do professor de física Dr. Alberto Tufaile, USP-EACH; A Deus pela fé, minha família, e aos meus alunos pela participação, inspiração e dedicação.

Por fim, destacamos a educação como uma ação coletiva, de participação de todos com o foco no aprender. O desafio assumido, ensino de física – cinemática, foi seriamente aceito no ensino fundamental II, 9º ano.

## Referências

Bachelard, G. (1996). *A FORMAÇÃO PARA O ESPÍRITO CIENTIFICO: Contribuição para uma análise do conhecimento*. Trad. ABREU, E. d. S. Rio de Janeiro: Contraponto.

Coordenadoria de Gestão da Educação Básica (CGEB) (2016). Área de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias. *MATERIAL DE APOIO AO CURRÍCULO DO ESTADO DE SÃO PAULO CADERNO DO PROFESSOR MATEMÁTICA ENSINO FUNDAMENTAL – ANOS FINAIS 8ª SÉRIE/9º ANO VOLUME 2*. São Paulo: Secretaria da Educação do Estado de São Paulo SEE-SP.

Coordenadoria de Gestão da Educação Básica (CGEB) (2016). Área de FÍSICA Ciência da Natureza e Suas Tecnologia. *MATERIAL DE APOIO AO CURRÍCULO DO ESTADO DE SÃO PAULO CADERNO DO PROFESSOR FISICA ENSINOMEDIO –1ª SÉRIE VOLUME 1*. São Paulo: Secretaria da Educação do Estado de São Paulo SEE-SP.

Coordenadoria de Gestão da Educação Básica (CGEB) (2016). Secretaria da Educação do Estado de São Paulo: Área de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias. *MATERIAL DE APOIO AO CURRÍCULO DO ESTADO DE SÃO PAULO CADERNO DO PROFESSOR MATEMÁTICA ENSINO FUNDAMENTAL – ANOS FINAIS 8ª SÉRIE/9º ANO VOLUME 2*. São Paulo: Secretaria da Educação do Estado de São Paulo SEE-SP.

Cury, A. (2014). *A FASCINANTE CONSTRUÇÃO DO EU*. São Paulo: Planeta do Brasil.

Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos, FISPQ. (2013). São Paulo: The Linde Grup. Barueri.

Flores, P. (2013). Mestrado Integrado Em Engenharia Mecânica Integradora II: Lançamento de Projetis. Portugal: Universidade do Minho. Guimaraes.

Freire, P. PEDAGOGIA DA AUTONOMIA (2011). *Saberes necessários à prática educativas*. Rio de Janeiro: Paz e Terra 43ª ed.

Gewandszajder, F. (2016). *Ciências matéria e energia 9º ano*. São Paulo: Ática

Halliday, D.; Resnick, R.; Walker, J. (2012). *Fundamentos de Física. Volume 1. 9ª ed.* Trad. Biadi, R. S. de. IME. Rio de Janeiro: LTC.

Hoffmann, J. M. L (2000). *Avaliação Mediadora: Uma Relação Dialógica na Construção do Conhecimento*. Porto Alegre: Mediação.

Luckesi, C. (2005). Entrevista sobre: Avaliação da Aprendizagem na Escola, Sorocaba: Colégio Uirapuru.

Moreira, A. M. (2013). *GRANDEZ DESÁFIOS PARA O ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO CONTEMPORÂNEA*. Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul: IF. UFRS.

Marques, G. da. C. (2015). *Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada CEPA*. São Paulo: Instituto de Física da Universidade de São – USP.

PET – OS AVANÇOS DA COCA-COLA PARA QUE AS SUAS EMBALAGENS SEJAM SUSTENTÁVEIS

<<http://www.cocacolaportugal.pt/historias/embalagens-sustentaveis>> Acessado em 19/12/2016

Praxedes, J. M. d. O.; Krause, J. (2015). O ESTUDO DA FÍSICA NO ENSINO FUNDAMENTAL II: INICIAÇÃO AO CONHECIMENTO CIENTÍFICO E DIFICULDADES ENFRENTADAS PARA SUA INSERÇÃO. II CONEDU – Congresso Nacional de Educação.

Silva, H. R. (2016). *Protocolo Lançamento do Projeto NASA Show. E.E. Prof. Francisco de Paula Conceição Jr. Diretoria de Ensino Sul-1*. São Paulo: Secretaria de Educação do Estado de São Paulo.

Schon, D. (1997). A. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, Antônio (Coord.). *Os professores e a sua formação*. Lisboa: Publicação Don Quixote/ Instituto de Inovações Educacionais.

Marques, G da C. MECÂNICA: Movimento de Projéteis. Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada da USP (CEPA-USP). Acesso em 02 novembro, 2016,  
[http://midia.atp.usp.br/ensino\\_novo/mecanica/ebooks/movimento\\_dos\\_projeteis.pdf](http://midia.atp.usp.br/ensino_novo/mecanica/ebooks/movimento_dos_projeteis.pdf)

*Projectile-motion*. Simulador para lançar projetil. Acesso em 03 novembro, 2016,  
[https://phet.colorado.edu/sims/projectile-motion/projectile-motion\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/projectile-motion/projectile-motion_pt_BR.html)

Movimento de Projétil – Licenciatura em Física – Universidade Federal do Ceara. Acesso em 03 novembro, 2016, [http://www.vdl.ufc.br/solar/aula\\_link/lfis/semestre01/Fisica\\_I/Aula\\_03/03.html](http://www.vdl.ufc.br/solar/aula_link/lfis/semestre01/Fisica_I/Aula_03/03.html)