

**Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física
Sociedade Brasileira de Física
Universidade Federal de Rio Grande – FURG – RS**

**ENSINANDO FÍSICA COM FOGUETES DE ÁGUA E
UTILIZANDO TICS ATRAVÉS DE UMA PROPOSTA
MULTIDISCIPLINAR**

Autor: VICTOR SARDINHA BEXIGA

Orientador: FERNANDO KOKUBUN

Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física

ENSINANDO FÍSICA COM FOGUETES DE ÁGUA E UTILIZANDO TICS ATRAVÉS DE UMA PROPOSTA MULTIDISCIPLINAR

Autor VICTOR SARDINHA BEXIGA

Orientador FERNANDO KOKUBUN

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. DESENVOLVIMENTO	5
2.1 Suporte Pedagógico	6
2.2 Suporte Teórico	12
2.3 Crença e razão na construção de um modelo científico.....	18
2.4 A Corrida Espacial.....	22
2.5 Lançando foguetes de água.....	24
2.6 Instrumentando o uso do <i>Tracker</i> Analisando o movimento de projéteis	27
2.7 Lançamento virtual de um projétil a partir do <i>Tracker</i>	29
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	31

ANEXOS

A. Ciência, Tecnologia e Inovação pra quê?.....	32
B. Construindo um foguete de garrafa “pet” e uma base de Lançamento	34
C. Lançando foguetes de água.....	41
D. Instrumentalizando o uso do <i>Tracker</i> : Analisando o movimento de projéteis.....	44
E. Lançamento virtual de um projétil a partir do <i>Tracker</i>	47
BIBLIOGRAFIA	50

INTRODUÇÃO

O ensino de física, em especial do ensino médio, é pouco discutido nas Universidades. A grande maioria dos professores universitários está de alguma forma ligada à pesquisa científica, mas dificilmente se concentrando nas problemáticas vivenciadas na educação básica. Tiveram suas formações voltadas para a pesquisa científica desde a graduação, passando longe da realidade vivida nas salas de aula das escolas brasileiras. Prosseguem realizando mestrados e doutorados nas áreas da “Física dura” (áreas de pesquisas científicas não relacionadas ao desenvolvimento do ensino de física). Alguns poucos se focam no ensino de Física acadêmico, direcionando suas produções para o ensino superior.

Já nas escolas de nível médio e fundamental, em especial na rede pública de educação, os professores acabam absorvidos por uma rigorosa rotina, necessitando se comprometer com uma extensa carga horária para compensar seus baixos salários, restando pouco tempo para a reflexão sobre “o que” e “para quê” ensinar. Lecionar deixa de ser uma via de mão dupla, onde o professor pode refinar suas práticas, comprometendo significativamente o ensino. As aulas seguem uma rotina, descompassada da evolução dos recursos tecnológicos, ideológicos ou institucionais.

Visando compensar esta defasagem, o Ministério da Educação, através da CAPES¹ difundiu em diversas áreas do conhecimento e em todo o território nacional os Mestrados Profissionais em Ensino. Trata-se de uma modalidade específica de pós-graduação *stricto sensu* onde o mestrando geralmente é um professor do ensino médio e tem como compromisso divulgar um produto educacional de sua autoria.

Em atendimento a esta necessidade, o presente trabalho tem como objetivo divulgar uma sequência de atividades de cunho multidisciplinar que visam desenvolver habilidades e competências de diversas disciplinas, em especial Física. Utiliza como objeto de contextualização o lançamento de foguetes propulsados a água e propões atividades que utilizam tecnologias computacionais para a análise de movimento de projéteis.

Outro aspecto recorrente deste trabalho é a proposta de atividades que divulgam o “fazer ciência”, com atividades que propõem uma discussão epistemológica e reflexiva sobre o papel da ciência e sua influência na construção do mundo moderno.

A obra está estruturada em três capítulos: Introdução, Desenvolvimento e Conclusão. Dentro do desenvolvimento deste material, em seu primeiro tópico o autor faz uma apresentação dos referenciais pedagógicos que

¹ CAPES - Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

fundamentam as atividades propostas. De maneira anômala, o segundo tópico engloba o suporte teórico que norteou as atividades a serem desenvolvidas.

O terceiro tópico do desenvolvimento deste produto propõe uma atividade que leva à discussão sobre o fazer ciência a partir da construção de modelos utilizando a análise de dados medidos, dentro de um processo de teorização, análise e refutação. A partir da atividade se discute a epistemologia de Karl Popper (filósofo da ciência), enfatizando a intencionalidade do cientista em buscar referências sobre o que esta buscando.

O quarto tópico traz uma proposta de trabalho onde, a partir da evolução histórica dos foguetes e de suas finalidades, traz reflexões acerca da importância do domínio científico e influência econômica exercida por determinada nação decorrente da produção de tecnologias.

Através do lançamento de foguetes propulsados à água, o quinto capítulo apresenta uma atividade focada na interação social e no desenvolvimento de ações próprias de um laboratório científico, onde os discentes, utilizando a função horária da posição e o tempo de voo de seu foguete, estimarão a velocidade do projétil ao abandonar a base de lançamento, o alcance horizontal, a altura máxima atingida e o ângulo de lançamento.

O sexto capítulo propõe a utilização do computador como uma ferramenta eficiente de análise, onde através do programa *Tracker* os alunos receberão orientações para fazer um levantamento sobre os dados calculados na atividade anterior.

Dentro da contraposição do modelo com a prática, o sétimo capítulo propõe a utilização do aplicativo *Tracker* para a criação de um projétil virtual de modo que este seja comparado com o dispositivo filmado, propondo, uma vez que é provável uma disparidade, discussão sobre a necessidade de se buscar um novo modelo.

Todas as propostas foram realizadas na prática em turmas do ensino médio, no Colégio Militar de Porto Alegre, tendo apresentado grande eficiência de acordo com a análise dos trabalhos desenvolvidos pelos discentes.

DESENVOLVIMENTO

2.1 - Suporte Pedagógico

O presente capítulo tem por finalidade apresentar os aspectos teóricos e pedagógicos que nortearam a elaboração das atividades propostas no presente produto educacional. O trabalho tem seu alicerce nas ideias do construtivismo: o aluno tende a aprender a partir de si mesmo, reconstruindo seus próprios conceitos, bem como através da interação social com o meio que vive e as pessoas com quem convive. Dentro desta perspectiva, este trabalho está centrado na interação social de Lev Vygotsky² e na aprendizagem significativa de David Ausubel³. Também recorre à ideologia proeminente na pedagogia interacionista de Paulo Freire.

2.1.2 A interação social de Lev Vygotsky

Vygotsky foi um psicólogo Bielo-russo que nasceu na cidade de Orsha, em 1896. Viveu um período de graves mudanças políticas, vendo ruir a estrutura cesarista e acompanhando a instauração do regime comunista na Rússia, assim como a posterior emancipação da União Soviética. Este período foi marcado por um movimento intenso no cenário cultural e científico, onde se promovia a valorização do conhecimento e, por conseguinte, o incentivo da elaboração de novas técnicas de aprendizagem. No entanto, em sequência a este período profícuo para o desenvolvimento do conhecimento, seguiu-se uma dura ditadura stalinista, onde houve forte censura cultural.

Neste ambiente, Vygotsky (Apud Moreira, 1997) elaborou uma teoria de aprendizagem cognitivista a partir da interação social. Segundo Vygotsky, a função do professor é ser um mediador do conhecimento, introduzindo os conceitos através de instrumentos e signos que despertem nos discentes suas funções psicológicas superiores, fazendo com que os mesmos comparem, imaginem, lembrem ou mesmo planejem estes novos signos, relacionando-os com os que o sujeito já traz consigo. Através de um processo de internalização, o indivíduo se apropria de novos signos, partindo do nível social para o individual, uma vez que a interação social entre este, seus companheiros e o mediador (professor) facilitarão as correlações realizadas.

Quando a atividade idealizada pelo mediador possibilita a ampla interação social entre os sujeitos de diversos níveis cognitivos, diz-se que existe uma Zona de Desenvolvimento Proximal, ou seja, um ambiente pleno para que o educador conduza

² Cientista Bielorrusso, desenvolveu importantes teorias ligadas à construção do conhecimento de um indivíduo (maiores informações, referências bibliográficas)

³ Psicólogo da Educação americano. (ver referências bibliográficas)

o discente de seu nível real para o nível potencial planejado de modo colaborativo, onde outros discentes compartilham conhecimentos visando atingir a apropriação do novo conceito.

Figura 1– Interação social de Vygotsky – De posse de um material instigante, a possibilidade de interação social entre os indivíduos e o acompanhamento de um mediador se materializa a Zona de Desenvolvimento Proximal, que possibilita o desenvolvimento cognitivo do discente e a apropriação de novos conceitos:



As ideias de Vygotsky se pronunciam como uma eficiente ferramenta para o presente paradigma instaurado pela revolução tecnológica, promovendo uma modalidade de cooperação profícua e fundamental para uma sociedade integrada em rede, onde a velocidade da informação supera a capacidade individual de aprimoramento técnico.

2.1.3 A aprendizagem significativa de David Ausubel

David Ausubel foi um psicólogo e pedagogo estadunidense que nasceu em Nova York, em 1918. Sendo filho de judeu viveu um momento conturbado no começo do século XX, tendo sua família se refugiado na América após a primeira guerra mundial. Cresceu dentro de uma educação judia, rígida, baseada na memorização e na punição através de castigos severos. Criticou duramente o comportamentalismo sendo uma das principais vozes do cognitivismo, sendo sua teoria um dos principais referenciais para o desenvolvimento de projetos em ensino de Ciências em geral.⁴

⁴Navas, José Manuel, Psicologia educativa: um ponto de vista cognoscitivo, 2009

Segundo Ausubel (Ausubel, 1976) a aprendizagem pode ser mecânica ou significativa. A aprendizagem mecânica é recebida através da repetição e o conteúdo aprendido é armazenado isoladamente, ou seja, não se relaciona com os outros conhecimentos do indivíduo. Já a aprendizagem significativa é bem mais ampla uma vez que o novo conteúdo se relaciona com os conhecimentos prévios do indivíduo. Esta modalidade de aprendizagem é construída baseada no interesse do discente em aprender, uma vez que o conteúdo é significativo para sua vida.

Para possibilitar a aprendizagem significativa é necessário que o professor proponha atividades instigantes que despertem no discente a disposição a aprender. Outra característica importante na proposição desta modalidade de aprendizagem é a consideração dos conhecimentos prévios dos alunos de modo que possa sempre existir relação entre o que o aluno já sabe e o conteúdo a ser ensinado. Estes conhecimentos prévios, “subsunçores”, deverão se relacionar com os novos conceitos seja por combinação, associação ou mesmo representação, levando o discente a um processo denominado reconciliação integrativa de subsunçores, levando-o a um estado cognitivo mais desenvolvido. Este processo pode se dar por recepção ou descoberta, desde que seja de maneira não arbitrária, mantendo uma relação substantiva com os conceitos prévios do indivíduo.

Figura 2 – Aprendizagem significativa de David Ausubel – A aprendizagem se dá pela relação entre os conhecimentos prévios do indivíduo com os novos conceitos. O processo tem que primar pela substantividade, ou seja, o novo conhecimento tem que ser significativo para a vida do indivíduo:



A pedagogia de Ausubel se relaciona de maneira positiva com os anseios da sociedade da informação hora formada, uma vez que procura se aproximar da realidade do discente, considerando suas expectativas e o deixando preparado para propor mudanças em sua realidade.

2.1.4 A pedagogia interacionista de Jean Piaget

Jean Piaget foi um biólogo nascido na Suíça em 1896. Formou-se inicialmente em Biologia, o que provavelmente facilitou sua observação científica do processo de aprendizagem sempre orientando a epistemologia à genética. Também estudou Psicologia utilizando seus conhecimentos para compreender como ocorria o desenvolvimento cognitivo, observando sistematicamente a aprendizagem de crianças. Nas próprias palavras de Piaget:

“Isso me fez adotar a decisão de consagrar minha vida à explicação biológica do conhecimento”

Segundo Piaget, o conhecimento é edificado dentro de um processo de assimilação e acomodação. O indivíduo, visando suprir intrinsecamente uma necessidade biológica, procura uma situação de equilíbrio articulando estes dois artifícios.

Epistemologicamente, o sujeito se desenvolve através da experiência e do racionalismo, tendo este papel primordial nesta relação. Não basta o sujeito observar qualquer experimentação sem que racionalize os dados adquiridos durante a ação. Somente o indivíduo será capaz de se desenvolver, construindo seu conhecimento.

Biologicamente, o sujeito utiliza sua inteligência para se adaptar ao meio em que vive. Este processo de adaptação se faz em dois momentos: No primeiro, o sujeito incorpora elementos do meio em que vive através de um processo de assimilação. Em um segundo momento, os conceitos assimilados se acomodam ao indivíduo, modificando sua estrutura, levando-o a um estado cognitivo superior.

Para Piaget o desenvolvimento intelectual humano depende de sua maturação (desenvolvimento biológico do indivíduo), experiência (contato com objetos, situações), interações (transmissões sociais, relações) e equilíbrio (auto regulação que permite a adaptação ao meio). A partir destes fatores, o indivíduo atinge estádios de desenvolvimento, integrando estruturas inferiores nas posteriores. Os estádios básicos nos quais o indivíduo se desenvolve são sua inteligência sensório-motora (manipulação de objetos), inteligência operatória concreta (pensamento concreto e relação de objetos) e inteligência operatório formal (reflexão e abstração). Nas palavras do próprio Piaget, temos:

A inteligência é uma adaptação. Para apreender as suas relações com a vida em geral é necessário determinar quais as relações que existem entre o organismo e

o meio ambiente. De fato, a vida é uma criação contínua de formas cada vez mais completas, uma busca progressiva do equilíbrio entre essas formas e o meio.

Quanto a estratégias facilitadoras de generalização ou desenvolvimento do pensamento formal visando à apropriação de conceitos ou habilidades, Piaget sugere que a ação inicie através de recursos concretos (descoberta de objetos, manipulação, acontecimentos ou situações concretas), seguindo de um questionamento progressivo, culminando com a introdução de tarefas abstratas em conjunto com situações novas que levem o sujeito a um conflito cognitivo (desequilíbrio), forçando, de maneira natural, a assimilação e acomodação de novos conceitos (reequilíbrio). Segundo Piaget, quando a atividade leva o sujeito ao conflito cognitivo, este fica mais propício a novas aquisições de conceitos de modo que estes se consolidem com a estrutura do indivíduo.

Em se tratando do exercício da docência, Piaget recomenda que o educador conheça as características dos estádios, procurando reconhecer as dificuldades do discente, tomando devida atenção para não excluí-lo do processo de ensino. Isto pode ser feito através de um diagnóstico prévio do aluno, auxiliando a adequar as atividades.

2.1.5 Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)

No ano de 2002, o Ministério da Educação divulgou um documento que propunha um conjunto de habilidades e competências a serem desenvolvidas pelas escolas de ensino médio e fundamental. Neste documento, o Ministério da Educação reforça a importância de que se desenvolva um trabalho conjunto entre a Matemática, Biologia, Química e Física visando propiciar ao discente abstrações mais amplas, sempre focando nos aspectos práticos, econômicos e culturais. O documento salienta ainda a importância do professor desenvolver a linguagem e a contextualização visando explorar a universalidade do ensino, não só de sua disciplina, mas tornando-o um instrumento para a vida.

O PCN ainda considera que o professor de determinada disciplina não pode apenas se limitar a traçar estratégias para desenvolver tópicos específicos de sua área (Habilidades). É necessário que os assuntos desenvolvidos se tornem instrumento para a vida (Competências).

Dentro da área de Física, o PCN julga necessário o desenvolvimento da disciplina visando à formação do cidadão consciente, com instrumentos para compreender e participar na sua realidade. Para isso, deverá apresentar um conjunto de competências específicas que permitam a compreensão de fenômenos naturais e tecnológicos imediatos, quanto na compreensão do universo distante. No entanto, o desenvolvimento desta compreensão crítica não abre mão da linguagem específica da disciplina, de sua expressão exata, da compreensão de suas representações, conceitos, gráficos e tabelas.

Outro aspecto fundamental na construção destas competências é o entendimento da Física como uma construção humana e histórica, impregnada de contribuições culturais, econômicas e sociais resultando na construção de diferentes tecnologias. Somente a compreensão de todos estes aspectos de forma integrada tornará o discente capaz de modificar sua visão de mundo.

O trabalho trazido neste produto se articula de maneira eficiente atendendo a vários requisitos presentes no PCN+. O desenvolvimento das diversas atividades se articula não só em uma atividade lúdica, significativa e contextualizada como também pode servir de ponto de partida para diversos desdobramentos, devidamente articulados dentro da multidisciplinaridade, não significando um fim em si mesma.

2.2 - Suporte Teórico

2.2.1 Cinemática

Cinemática é a parte da Mecânica que estuda os movimentos de modo que se possa determinar a posição, velocidade e aceleração de um móvel em função do tempo. Este móvel pode ser considerado um ponto material quando as dimensões do objeto não afetam significativamente os dados obtidos ou mesmo um corpo extenso, quando as dimensões podem influenciar na análise. Para considerar um movimento deve-se atentar para algumas definições iniciais:

a. Referencial: O conceito de movimento e repouso são relativos quando se analisa um móvel. Se considerarmos, a exemplo, uma pessoa sendo transportada por um veículo que se desloca a velocidade constante ao longo de uma rodovia, a pessoa terá movimento em relação a um ponto arbitrário no solo, no entanto estará em repouso em relação ao seu assento ou qualquer ponto que faça parte do veículo. Portanto, a noção de repouso ou movimento esta vinculada necessariamente a qual ponto de referencia se está analisando o objeto. Desta forma, referencial pode ser considerado o ponto inicial no qual o movimento do objeto será avaliado.

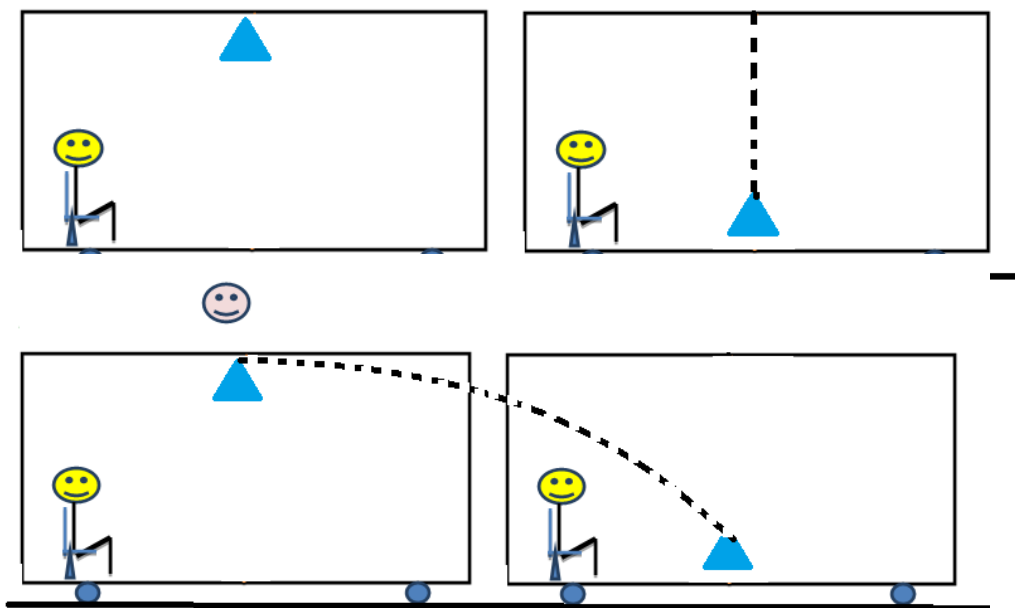
b. Sistema Internacional de unidades (SI): Visando a padronização das unidades de medida científicas, foi criado, em 1960, o Sistema Internacional de Unidades. AS unidades contemporâneas deste sistema tiveram sua gênese através da Conférence Générale des Poids et Mesures (CGPM), onde esta conferência intergovernamental reuniu delegados membros de seus países membros, definindo sete unidades de medida básicas, a saber Comprimento (metro; m), Massa (quilograma; kg), Tempo (segundo; s), Corrente elétrica (Ampère, A); Temperatura (Kelvin; K), Quantidade de matéria (mol, mol), e Intensidade luminosa (candela, cd). O sistema atualmente é adotado por quase todos os países, exceto Myanmar, Libéria e Estados Unidos.

(Informações retiradas do IPEM (Instituto de Pesos e Medidas do Estado de São Paulo))

c. Tipos de grandezas: Existem dois tipos de grandezas: escalares e vetoriais. Grandezas escalares são aquelas que quando definidas apenas por um numero e uma unidade ficam completamente caracterizadas. Pode-se citar como exemplo massa, comprimento, temperatura. Já as grandezas vetoriais são aquelas que dependem, além do número e da unidade, serem definidas quanto a direção e o sentido. Usualmente, este tipo de grandeza pode ser representada por uma seta orientada dentro de um sistema de coordenadas onde sua direção e sentido são indicados pela própria seta enquanto sua intensidade é proporcional ao comprimento desta, representando a grandeza. São exemplo de grandezas vetoriais deslocamento, velocidade, aceleração, força, entre outras.

d. Trajetória: Quando se analisa a posição de um objeto em função do tempo se percebe que este, caso esteja em movimento em relação a um referencial, ocupará posições sucessivas. O conjunto destes pontos sucessivos forma o que se chama, na cinemática, de trajetória. Logicamente que referenciais diferentes levam a diferentes trajetórias. Consideremos, por exemplo, um objeto sendo abandonado de uma determinada altura no interior de um vagão que se desloca com velocidade constante em relação ao solo. Para um observador dentro do vagão este objeto terá uma trajetória retilínea enquanto em relação ao solo este objeto descreverá uma trajetória parabólica.

Figura 2: Num primeiro instante é marcada a trajetória para o objeto em queda tendo como referencial o passageiro enquanto, abaixo desta, temos a trajetória do objeto descrita em relação a um observador em repouso fora do trem:



e. Deslocamento (Δs): Dentro do estudo cinemático de um móvel, este ocupará posições específicas em função do tempo. Quando se considera uma reta orientada da posição de origem do objeto à posição que este ocupa após um intervalo arbitrário obtemos o que chamamos de vetor deslocamento. O módulo deste vetor indica a variação efetiva de espaço descrita pelo objeto dentro do intervalo de tempo considerado em relação ao referencial.

f. Velocidade média (v_m): Dado um deslocamento descrito por um móvel (Δs), velocidade é a razão entre o deslocamento efetivo realizado por um objeto e o tempo transcorrido (Δt). Esta medida demonstra a taxa da variação da posição de um móvel em função do tempo :

$$v_m = \Delta s / \Delta t \text{ (No SI, m/s)}$$

g. Velocidade instantânea (v): Considerando o movimento de um móvel, velocidade

instantânea é a efetiva taxa de variação de posição em função do tempo que este apresenta em determinado instante. Matematicamente pode ser representada por um Limite, ou seja, um recurso matemático que analisa determinada função para um ponto específico. Deste modo, se considerarmos o deslocamento realizado por um móvel em um intervalo de tempo próximo de zero encontraremos a taxa de variação naquele instante:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} (\Delta s / \Delta t) \text{ (No SI, m/s)}$$

h. Aceleração (a): Quando consideramos o movimento de um móvel onde a forma com que a taxa de variação de sua posição em função do tempo (velocidade) varia, dizemos que este móvel apresenta uma aceleração, que pode ser obtida simplesmente pela razão entre a variação de velocidade ($\Delta v / \Delta t$). Tal qual se considera em relação a velocidades, a aceleração média é a taxa de variação de velocidade para um dado intervalo de tempo enquanto a aceleração instantânea indica como esta se comportando a variação de velocidade naquele instante.

$$a_m = \Delta v / \Delta t \text{ (no SI m/s}^2\text{)}$$

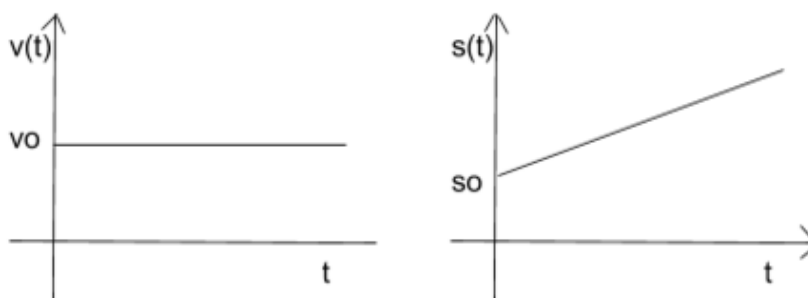
$$a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} (\Delta v / \Delta t) \text{ (no SI m/s}^2\text{)}$$

2.2.2 Movimento Uniforme (MU): São movimentos que apresentam aceleração nula e conseqüentemente possui velocidade constante. Neste movimento, a variação do espaço em relação ao tempo obedece a uma função de primeiro grau. Logo, ficam assim definidas:

Equação horária:

Velocidade $v = v_0 = \Delta s / \Delta t$ Posição: $s(t) = s_0 + v \cdot t$

Figura 4 – Gráficos do MU (movimento uniforme)::



2.2.3 Movimento uniformemente variado (MUV): São movimentos onde a velocidade varia em função do tempo, mas de maneira constante. Desta forma, a velocidade é representada através de uma função de 1º grau enquanto a função horária da posição, por uma função do 2º grau. Matematicamente, ficam assim

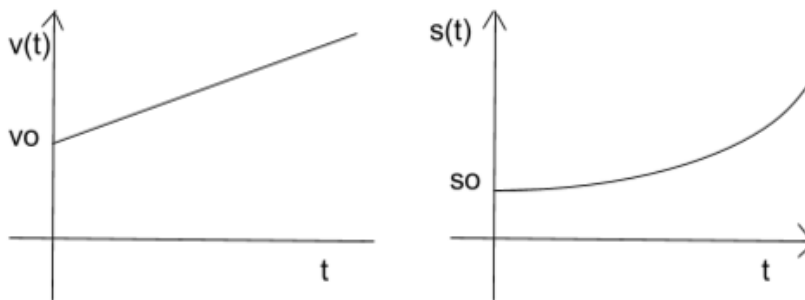
definidas:

Equação horária:

Velocidade $v = v_0 + at$ Posição: $s(t) = s_0 + v_0.t + \frac{1}{2}.at^2$

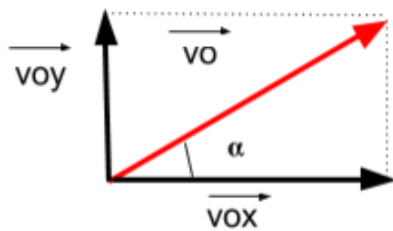
$a = \Delta v / \Delta t$

Figura 5 – Gráficos do MUV



2.2.4 O lançamento oblíquo: movimentos que não estão restritos ao longo de uma reta, o caso que nos interessa é a trajetória oblíqua observada no movimento balístico. Para se facilitar a análise deste tipo de movimento, se analisa separadamente, considerando-o como dois movimentos distintos, um na direção vertical e outro na horizontal, devendo se decompor vetorialmente a velocidade do projétil no momento do lançamento. Esta decomposição é feita através da utilização do seno e cosseno do ângulo de lançamento. Logo:

Figura 6 – Determinação das componentes vetoriais



... movimento livre da ação de qualquer tipo de impulso, ou seja

De maneira temos:

$s(t) = s_0 + v_{0x}.t$

$v_x = v_{0x} = v_0 \cdot \cos\alpha$

Na direção vertical, percebe-se o movimento do móvel através de um campo gravitacional constante (para distâncias relativamente pequenas), ou seja, um movimento sob ação da aceleração da gravidade, sofrendo impulso, ou seja, a

velocidade varia em função de uma aceleração constante “g”. A função horária da posição é tal qual vista anteriormente (item “j”), ou seja, de maneira temos:

$$s(t) = s_0 + v_{oy}.t + \frac{1}{2} g.t^2$$

$$v_{oy} = v_0.sen\alpha$$

$$v_y = v_{oy} + g.t$$

2.2.5 – Uma breve história dos Foguetes⁵

A primeira menção do uso de foguetes data de aproximadamente 300 anos Antes de Cristo, tendo nascido na China, propulsado basicamente por pólvora, sendo empregado especificamente para “espantar espíritos”. Também na China se observou, em meados do século X, a utilização dos foguetes como uma eficiente arma de emprego militar, na época chamada de “setas de fogo”, sendo impossível dissociar, após este período, a estreita relação entre foguetes e destruição.

Ainda na China, no século XV, temos a primeira tentativa de abandonar o planeta utilizando o foguete. Wan Hu pediu a seus súditos para ser lançado ao espaço através de uma estrutura de foguetes acopladas ao seu trono, podendo este ser considerado o primeiro Cosmonauta da História. Se por um lado Wan Hu não atingiu o espaço conforme queria, entrou para a História, tendo seu nome empregado a uma das crateras da Lua.

Apenas em 1906 se teve a primeira cogitação de utilizar o foguete como um meio de transporte pra uma viagem interplanetária, através da obra de Konstantin Tsiolkovsky “A exploração do espaço cósmico por meio de dispositivos de reação”, sendo este o primeiro estudo acadêmico sobre foguetes.

Em 1919, o estadunidense Robert Godard idealizou um dispositivo para alcançar altitudes extremas e se deslocar através do vácuo visando atingir a Lua. Em 1926 tem-se o primeiro registro de um foguete propelido à oxigênio e gasolina para o uso não militar.

É difícil falar da evolução dos foguetes sem citar a contribuição de Von Braun, que dedicou-se ao desenvolvimento de foguetes balísticos de longa distância durante a segunda guerra mundial. Este tipo de foguete foi a base dos primeiros elaborados com o intuito de exploração espacial, no decorrer da Corrida Espacial. Von Braun prosseguiu seus estudos no Texas pelo lado americano enquanto Sergei Korolev partiu para a Alemanha com a finalidade de estudar os misseis V2 na Alemanha.

A partir de 1946 começava a Guerra Fria. Durante este período, especificamente em 1950, Rússia e Estados Unidos declararam suas intenções de explorar o espaço, dando início a Corrida Espacial, através da qual estes países

⁵Informações retiradas do site da NASA (Aeronautics and Space Administration)

poderiam demonstrar poder tecnológico e bélico, além de realizarem suas propagandas ideológicas.

Em 1957 (outubro) a Rússia enviaria ao espaço o Sputnik1. Tratava-se de um pequeno satélite que carregava um transmissor de rádio que enviava bips que poderiam ser captados por qualquer dispositivo de rádio amador que operasse na frequência 20.005 e 40.002 MHz. Em novembro deste mesmo ano o Sputnik2 colocaria em órbita o primeiro ser vivo: a cadela Laika. O projeto Sputnik também materializava o primeiro míssil intercontinental da história.

Os Estados Unidos entraram oficialmente na Corrida somente em 1958, com o lançamento o Explorer I (fevereiro) e, com a fundação da NASA, em julho deste mesmo ano.

Em 1961 (abril) o primeiro homem seria posto em órbita. Yuri Gagarin constataria pessoalmente que a Terra é azul confirmando a liderança da União Soviética na Corrida Espacial. Neste mesmo ano o presidente Kennedy anunciaria que em menos de 10 anos um americano pisaria na superfície da Lua. Estava lançando o desafio de qual seria a primeira nação a conseguir este feito.

A década de 60 foi marcada por diversos lançamentos que aumentaram significativamente o conhecimento humano. Seguiram-se neste período a exploração dos planetas do sistema solar. Também nesta década, em 1969, os EUA conquistariam a Lua e ultrapassariam a URSS na corrida espacial.

Entre 1970 e 1989 (ano da queda do muro de Berlim, marco histórico do fim da guerra fria) foram marcados por diversas outras conquistas por parte dos dois blocos, demonstrando suas evoluções tecnológicas. Neste período a Rússia colocou em órbita a primeira estação espacial. Os EUA concentraram sua exploração nos planetas externos e na colocação do telescópio Hubble em órbita.

Em 1998 iniciou-se a construção da Estação Espacial Internacional que desde 2000 mantém pelo menos dois astronautas a bordo. Esta construção tem um marco simbólico importante, uma vez que contou com a participação da Agência Espacial Canadense, Agência Espacial Europeia, Agência Espacial Federal Russa, Agência Espacial Japonesa, além, logicamente, da Agência Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA). Além de marcar a presença humana no espaço, também caracteriza a união de diversos países em prol da ciência.

A corrida espacial termina deixando uma grande herança para a humanidade envolvendo desde tintas anticorrosivas até a disseminação e utilização de satélites de comunicação. Pode ser citada a utilização do teflon, utilização de monitores cardíacos, câmeras de tv, computadores, código de barras, propulsão a jato, relógios de quartzo, fibra de vidro, entre outros, mudando definitivamente o cenário da vida contemporânea.

2.3 Crença e razão na construção de um modelo científico

2.3.1 Introdução:

Desde os princípios da civilização humana, na Grécia antiga, o homem passou a substituir os mitos pelo pensamento na explicação da natureza. Esta mudança de postura favoreceu significativamente a explicação do mundo através da razão em oposição às justificativas baseadas na crença e conseqüentemente houve uma aceleração nas descobertas científicas e sua implementação no desenvolvimento de novas tecnologias.

Infelizmente, ao longo da história, a necessidade de criar uma conduta moral fundamentada que possibilitasse um eficiente controle social fez com que durante muito tempo a ciência fosse censurada, sendo colocada em oposição à Igreja. A tradição científica da época valorizava consideravelmente conceitos criados a partir da vivência em detrimento à “Experimentação”. Esta mistura entre fé e razão foi marcada com episódios de extrema violência onde o simples ato de pensar era penalizado. Alexandre Koyre, filósofo francês, destaca em sua obra “*Galileu e Platão*” que a experimentação consiste necessariamente em interrogar metodicamente a natureza, mas que esta interrogação pressupõe uma linguagem com a qual formulemos as questões bem como um dicionário que nos permita interpretar as respostas através da linguagem matemática.

Foi necessária a evolução do pensamento filosófico para se separar a ciência da fé e novamente o homem retomar seu caminho evolutivo através da razão. Este avanço foi caracterizado pelo desenvolvimento do pensamento racionalista de René Descartes e o surgimento do método científico. O fazer ciência era um trabalho regrado, determinista, preciso. Os modelos eram justificados por medições e submetidos a antíteses antes de serem validados. A filosofia abriu o caminho ideológico para produção científica: agora, pelo menos oficialmente, fé e razão seguiriam caminhos distintos.(positivismo)

O fazer ciência também evoluiu muito na construção de paradigmas que justificassem os fenômenos naturais. Se no início da produção do conhecimento o principal alicerce era o dueto percepção/razão, o pensamento humano ultrapassaria suas próprias limitações tecnológicas. Se outrora a ciência era algo limitado as ferramentas da percepção e qualquer modelo deveria ser comprovado experimentalmente, agora os modelos partiam estritamente do pensamento, tendo este de ser falseado para deixar de ser ciência, desde, logicamente, fosse adequado aos preceitos da comunidade científica. Esta mudança de concepção foi decisiva para a posterior revolução tecnológica promovida pela ciência moderna.

Hoje, a ciência é pautada na construção de modelos, geralmente concebidos por programas científicos organizados, coletivos e bem estruturados. Não são necessariamente comprovados experimentalmente mas estão vulneráveis ao falseamento . Quando falseados, abrem espaço para novos e mais completos modelos numa infinita busca pelo modelo perfeito, incontestável, completo e portanto utópico e idealizado. Estes modelos se alinham a um conjunto de paradigmas que sustentam os modelos existentes. Quando os paradigmas existentes entram em crise precisam necessariamente serem substituídos por outros que se encarreguem de superar o anterior, favorecendo o progresso da ciência.

A presente atividade tem por finalidade promover ao discente um ambiente propício para a aprendizagem significativa, de modo que o mesmo compreenda a importância da ciência em detrimento da religião na explicação dos fenômenos naturais. Tem por objetivo também mostra que a produção científica é fruto de um trabalho árduo e coletivo e não algo casual. Baseia-se especialmente na capacidade do homem de criar modelos que permitam a explicação do fenômeno físico que se intenciona explicar, procurando sempre vincular o desenvolvimento da atividade com o ordenamento de um programa científico.

2.3.2 Metodologia

Material necessário:

- 01 (uma) lata de sorvete;
- 01 (uma) porção de aproximadamente 300g de areia, arroz, brita ou qualquer outro material sólido;
- 01 (uma) Balança;
- 01 (uma) Régua ou fita métrica;
- É facultativo o uso de dispositivos para pesquisas na Internet.

Tempo reservado:

02 (dois) tempos de aula.

Primeiro encontro:

Sugerimos que os discentes sejam divididos em grupos de até cinco membros. Inicialmente o professor previamente colocará um material desconhecido na lata de sorvete e deverá lacrá-la devidamente. No momento da aula, estando os alunos distribuídos em grupos, será perguntado o que estes acreditam ter dentro da caixa e os deixará discutir dentro dos grupos suas crenças. Em seguida, anotará no quadro uma ideia de cada grupo. Terminada esta primeira fase, o professor irá balançar a caixa e novamente perguntará o que os alunos acreditam estar na caixa. Após uma nova discussão, o professor prosseguirá anotando as ideias principais de cada grupo e discutirá com a turma quais ideias poderiam ser refutadas. Neste momento o

professor deverá fazer considerações sobre a significância da crença no caso da explicação do fenômeno observado.

Em seguida o professor deverá desafiar seus alunos a descobrirem qual é o conteúdo da caixa, deixando a disposição balanças, réguas e, dentro das possibilidades, quaisquer outros instrumentos de medição. Também será relevante, dentro das possibilidades da sala de aula, deixar que os discentes pesquisem na internet quaisquer informações que os auxiliem na descoberta do desafio proposto. Os alunos deverão argumentar suas deduções de maneira lógica e concreta, buscando um modelo baseado estritamente na razão para comprovar suas convicções.

Segundo encontro:

Será feita uma discussão com toda a turma sobre os modelos levantados pelos alunos, discutindo suas constatações, interligando as informações colhidas por cada grupo. Em seguida, o professor deverá explorar questões relacionadas ao fazer ciência, utilizando o escopo da caixa para discutir o processo do fazer ciência, ou seja, o problema, a observação, a experimentação, a indução da lei e, finalmente, o modelo científico e sua validade. Também é uma excelente oportunidade de retomar as questões relacionadas à evolução do modelo científico e o desenvolvimento de modelos mais bem elaborados para contemplar as discrepâncias que eventualmente surgem a partir de incompatibilidades, visando o pleno entendimento do método científico.

Avaliação:

Com a finalidade de avaliar os conhecimentos colhidos, o professor poderá solicitar que os alunos produzam um pequeno texto a respeito do fazer ciência, o alicerce da razão e a busca de modelos científicos em consonância com o paradigma vigente. Outra atividade possível é a confecção de um mapa conceitual interligando as ideias principais discutidas nas aulas.

2.3.3 Observações:

A atividade visa principalmente destacar a importância da razão na busca de justificar fenômenos observados, sendo este o principal alicerce da ciência. No entanto, além da razão, é necessário que se evidencie o método científico em si, ou seja, seu processo a partir do problema, observação, experimentação, dedução, teorização para finalmente se ter o modelo científico. Nesta atividade pôde-se perceber a importância da intencionalidade do cientista em explicar determinado fenômeno, salientando a ideia Popperiana do falsacionismo, onde toda a verdade é absoluta até ser falseada, contrapondo o fazer ciência do século XIX. Justamente a ideia do falsacionismo

facilitou a compreensão do que é fazer ciência, bem como aborda o caminho para o progresso científico.

2.4 A Corrida Espacial

2.4.1 Introdução:

Em 30 de abril de 1945, o grande líder da Alemanha nazista cometera suicídio, não vendo sua nação se render diante do cerco russo à cidade de Berlim, terminando no dia 7 de maio de 1945 a guerra na Europa. No Pacífico o conflito só terminaria após a estúpida demonstração de força proporcionada pelos Estados Unidos, durante a conclusão do projeto Manhattan, ou seja, o bombardeamento das cidades de Hiroshima e Nagasaki. Enfim, no dia 2 de setembro de 1945 terminaria completamente a segunda guerra mundial.

A guerra definiria a bipolarização do mundo entre a nação comunista que perdeu 26 (vinte e seis) milhões de vidas nos campos de batalha e a nação capitalista que, somente no projeto da bomba nuclear, investiu o que seria equivalente em 2013 a 13 (treze) bilhões de dólares⁶. Sobre a cidade de Berlim foi erguido um muro que simbolizou a divisão do planeta entre duas potências militares e ideológicas.

Concomitantemente com a bipolarização, iniciou-se a Corrida Espacial, onde Estados Unidos e União Soviética, dispoendo dos seus e cérebros e o dos cientistas capturados do extinto projeto de foguetes alemão. A ciência foi coroada com esta disputa que possibilitou o desenvolvimento de diversas tecnologias. Poderíamos citar, a título de exemplo, o GPS, os sistemas de comunicação, o teflon, alguns tipos de tecidos, o LCD, entre outras⁷.

Historicamente o domínio das tecnologias associadas à exploração espacial era mais do que uma conquista de conhecimento científico. Era a propaganda de uma ideologia que redesenharia as fronteiras dos países, financiaria conflitos, redefinindo todo o cenário político e econômico do mundo.

A presente atividade tem por finalidade apresentar a evolução histórica dos foguetes, desde seu surgimento na China até a evolução de nosso conhecimento sobre o Universo⁸. Visa também demonstrar a importância do desenvolvimento científico para o surgimento de novas tecnologias e sua relação tanto no bem estar social quanto nas relações internacionais.

2.5.2 Metodologia

Material necessário:

⁶ Dados do livro: *The Complete Illustrated History of World War Two: An Authoritative Account of the Deadliest Conflict in Human History with Analysis of Decisive Encounters and Landmark Engagements.*

⁷ Dados da Nasa

⁸ Informações do Glenn Research Center/ NASA

- 01 (um) projetor;
- 02 Acesso à internet.

Tempo reservado:

01 (um) tempo de aula.

Desenvolvimento:

Os alunos assistirão a uma apresentação de slides online, disponível no endereço eletrônico abaixo:

<https://prezi.com/9lw3jju5jta3/a-corrída-espacial/>

(criada por Victor Sardinha Bexiga referenciadas no final da mesma e na bibliografia deste produto).

Avaliação:

Em seguida, os alunos receberão o texto “Ciência, tecnologia e inovação pra quê? (Anexo A), de Demétrio Gasparine de Toledo, e escreverão um texto dissertativo com a seguinte proposta:

Será solicitada a elaboração de um texto dissertativo-argumentativo na modalidade escrita formal da língua portuguesa sobre o tema “a importância da valorização do conhecimento científico no Brasil da atualidade”, apresentando proposta de intervenção, que respeite os direitos humanos. Os alunos irão selecionar, organizar e relacionar, de forma coerente e coesa, argumentos e fatos para defesa de seus argumentos.

2.4.3 Observações:

A atividade propõe uma discussão sobre a importância da ciência e sua influência econômica, social e geopolítica. Através da apresentação slides situa historicamente o discente dentro do contexto do pós-guerra e da guerra fria, contemplando a exploração espacial dentro de diversas óticas possíveis, possibilitando a interação com História, Geografia e Português.

2.5 Lançando foguetes de água

Uma das mais importantes vertentes do aprender, segundo Ausubel (1968), é que aquilo que se quer ensinar tem que fazer necessariamente algum sentido para o aluno. Para isto, é fundamental que o discente participe do processo da apreensão do conhecimento, trazendo consigo seu repertório de conhecimentos prévios empíricos ou senso comum. Ainda segundo Ausubel, a aprendizagem significativa necessita de duas condições essenciais: A vontade de aprender do aluno e o conteúdo do que se ensina fazer sentido. Em consonância com este preceito, a presente atividade visa instigar o discente a estudar um importante tópico da cinemática: O Lançamento Oblíquo.

O estudo de lançamento de projéteis possibilita um leque enorme de atividades multidisciplinares, em especial com a matemática, como o estudo da função de 2º grau. Não menos importante, o assunto pode facilmente ser contextualizado com a realidade do discente, seja no tocante a esportes, como o arremesso de uma bola de basquete em direção à cesta.

Em suma, pretende-se com esta atividade revisar o Movimento Retilíneo Uniforme e o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, aglutinando-os no estudo do movimento de foguetes de água. Outra temática importante a ser abordada neste estudo é a possibilidade de trabalho com representações vetoriais, importante linguagem para a análise de grandezas físicas.

2.5.1 Metodologia

Material necessário:

- 01 (uma) base lançadora de foguetes de água (Foguetes de garrafa Pet);
 - 01 (uma) bomba de encher pneus de bicicleta;
 - 01 (um) Transferidor ou régua;
 - 02 (um) cronômetros.
- OBS: É recomendado o uso de calculadora.

Tempo reservado:

- 02 (dois) tempos de aula. Um para o lançamento e dois para a análise física do evento.

Desenvolvimento:

Esta atividade pode ser desenvolvida de maneira exclusiva. No entanto, sugere-se que algumas medidas sejam tomadas para possibilitar o desenvolvimento das atividades 2.6 e 2.7, visando utilizar todos os recursos propostos neste produto. Também sugere-se que os alunos já tenham estudado previamente o MRU (Movimento Retilíneo Uniforme) e o MRUV (Movimento Retilíneo Uniformemente Variado).

Inicialmente os alunos serão agrupados em equipes de até 5 (cinco) membros. Sugerimos que previamente os discentes já conheçam suas equipes de trabalho de modo que cada grupo já traga pronto o aparato a ser lançado, que é um foguete construído de garrafas descartáveis tipo “pet”. O anexo B deste produto educacional orienta, passo à passo a construção deste dispositivo.: Também neste anexo esta presente a explicação detalhada para a construção de uma base de lançamento de foguetes propulsados à água, e também considerações importantes sobre as medidas de segurança para o desenvolvimento da atividade.

Todos os lançamentos deverão ser filmados de uma posição perpendicular à trajetória descrita pelo projétil, a uma distância que permita a observação completa do foguete. Coloque, no plano do projétil um objeto de referência cuja altura e comprimento sejam previamente conhecidos. Isto será fundamental para o posterior estudo do lançamento utilizando o programa Tacker.

Os alunos deverão aferir o ângulo de lançamento e o tempo de voo do foguete propulsado à água. Após estas medições, os grupos se dirigirão à sala de aula onde o professor entregará um roteiro (anexo D) que orientará o trabalho. O grande desafio será que os discentes encontrem a altura máxima e o alcance do projétil utilizando as equações do movimento. O professor mediará a atividade conduzindo seus alunos a alcançar os objetivos propostos, aproveitando as possibilidades de contextualização presentes. É recomendado, visando a multidisciplinaridade, o trabalho em conjunto com um professor de matemática para desenvolver habilidades relacionadas ao estudo de funções de 1º e 2º graus.

Avaliação:

A atividade se resume a encontrar, utilizando as funções do movimento ou mesmo a implementação de conhecimentos a respeito da análise de funções matemáticas, a altura máxima e o alcance.

O anexo D traz uma proposta para organizar as ideias desenvolvidas e coletar conhecimentos prévios. Também promove o desenvolvimento da análise vetorial do movimento, importante linguagem utilizada pela disciplina de Física.

2.5.2 Observações:

A atividade traz uma sugestão de trabalho multidisciplinar, facilitando a compreensão de importantes conceitos físicos e a aplicação prática da função de 2º grau, facilitando o desenvolvimento de diversas habilidades e competências, dentro de um ambiente lúdico, contextualizado e com alto potencial para a aprendizagem significativa.

2.6 Instrumentalizando o uso do “Tracker”: Analisando o lançamento de projéteis

Uma das principais propostas deste produto é a utilização das Tecnologias da Informação a favor do aprendizado de ciências, em especial, o uso de aplicativos específicos para análise física do lançamento de projéteis. Para tal, o presente artigo traz uma instrução para o uso do programa *Tracker*.

O Tracker é um programa livre desenvolvido pela OSP⁹ próprio para a análise de vídeos e desenvolvimento de modelos ou simulações. Possui uma linguagem relativamente simples, facilitando sua implementação.

Nesta perspectiva, visando à sequência de atividades sugerida, a presente atividade tem como objetivo instrumentalizar as ferramentas de análise de vídeos do *Tracker* através do estudo cinemático dos foguetes de água. Este trabalho possibilitará que o discente enxergue o computador como uma potencial ferramenta de estudo científico.

2.6.1 Metodologia

Material necessário:

- Computadores (pelo menos um para cada cinco alunos)
- Software Tracker instalado na memória;
- Vídeo gravado do lançamento dos foguetes de água da sessão anterior.

Tempo reservado:

- 02 (dois) tempos de aula.

Desenvolvimento:

Os alunos seguirão a sequência disposta no tutorial presente no **Anexo D** deste produto. Ao final da atividade, o mesmo deverá estar apto a encontrar a altura máxima e o alcance do foguete de água presente no vídeo. Logicamente, o professor deverá acompanhar toda a atividade, tirando dúvidas sobre a utilização do programa.

Também se recomenda a discussão dos gráficos, conferindo se estão de acordo com as previsões (esboços) da atividade 2.5.

Avaliação:

Os objetivos serão plenamente alcançados caso o aluno encontre através do computador a altura máxima e o alcance horizontal do projétil. Caso sobre algum tempo, será muito profícuo uma discussão sobre a confiabilidade da utilização do computador e possíveis considerações sobre discrepâncias encontradas com a previsão.

2.6.2 Observações:

⁹ Open SourcePhysics – Projeto desenvolvido pela National Science Foundation (NSF), Fundação governamental americana desenvolvida em prol do desenvolvimento das Universidades e Colégios Americanos.

A finalidade deste trabalho é fazer com que o discente utilize o computador como uma ferramenta de análise científica. Também promover uma discussão a respeito das discrepâncias encontradas entre as medidas esperadas e o que de fato foi obtido na análise através do Tracker (programa de computador), levando a um debate sobre o modelo utilizado e a realidade encontrada.

2.7 - Lançamento virtual de um foguete a partir do Tracker

Como foi discutido anteriormente, a ciência sempre busca elaborar modelos que traduzam os fenômenos observados. A física não é diferente. Pôde-se verificar que os dados previstos no lançamento a partir da atividade 2.5 não corresponderam as medidas encontradas na atividade 2.6. Este capítulo se destina a composição de um modelo virtual de lançamento de projétil que obedeça às funções horárias estudadas no lançamento oblíquo. Este trabalho servirá para se fazer um contraponto entre o lançamento esperado e o observado, objeto de discussões para a aceitação e refutação de modelos científicos.

Vimos anteriormente que a validade de um modelo científico, de acordo com a epistemologia de Karl Popper, está condicionada à sua eficiência em explicar e prever um fenômeno observado. Justamente, a finalidade desta atividade é aplicar os modelos existentes no MRU e MRUV para observar, através do programa *Tracker*, o movimento de um projétil virtual. Este projétil será projetado ao fundo do lançamento efetuado na atividade 2.5 e estudado na atividade 2.6.

Ao final desta seção, o discente terá um conhecimento mais amplo das possibilidades de se modelar o lançamento de um projétil utilizando um programa de apoio, reforçando a utilização deste recurso na análise de trajetórias. Epistemologicamente, mostrará a necessidade de se ampliar as considerações outrora ignoradas para se buscar maior precisão entre o que se espera no modelo e o que se observa na prática.

2.7.1 Metodologia

Material necessário:

- Computadores (pelo menos um para cada cinco alunos);
- Programa *Tracker* instalado na memória;
- Vídeo gravado do lançamento dos foguetes de água da sessão anterior;
- Anotações do roteiro da atividade 2.6 (anexo D).

Tempo reservado:

- 02 (dois) tempos de aula .

Desenvolvimento:

Os alunos seguirão a sequência disposta no tutorial presente no **Anexo E** deste produto. Ao final da atividade, o mesmo deverá estar apto a criar dispositivos virtuais utilizando o programa Tracker.

Também se recomenda a discussão dos gráficos, conferindo se estão de acordo com as previsões (esboços) da atividade 2.5.

Avaliação:

Os objetivos serão plenamente alcançados caso o aluno consiga observar o movimento do projétil virtual e compará-lo ao movimento do objeto real. A seguir, seguirá uma discussão sobre a utilidade do modelo cinemático para o evento observado. Por fim, os alunos poderão ser desafiados a refinar o modelo utilizado, fazendo algumas considerações que consigam aproximar o modelo virtual ao real.

2.7.2 Observações:

A atividade deverá gerar várias discussões a respeito da validade dos modelos científicos e a necessária observância da influência das considerações realizadas implicando em discrepâncias.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este conjunto de atividades possibilitou uma maior aproximação entre a atividade científica e o ensino médio, particularmente nos assuntos relacionados à Cinemática e Dinâmica. Promoveu várias oportunidades de trabalho multidisciplinar com disciplinas da área exata e humana, bem como procurou difundir a utilização de recursos computacionais em prol do trabalho científico, explorando a capacidade do indivíduo de empregar e desenvolver seus conhecimentos prévios. Procurou sempre contextualizar os tópicos com atividades potencialmente significativas, pautadas em princípios pedagógicos capazes de propiciar ao indivíduo uma atmosfera profícua à aprendizagem significativa e colaborativa, sempre primando pelo desenvolvimento da consciência crítica e ética.

Não obstante, procurou salientar o pensamento científico em detrimento à crença, salientando as diferentes perspectivas nas quais a ciência se desenvolve, mostrando o caráter contínuo no seu desenvolvimento, alicerçado na busca de modelos que possibilitem a interpretação e previsão de fenômenos físicos.

Enfim, o produto atingiu boa parte dos objetivos propostos mostrando-se uma eficiente ferramenta para o desenvolvimento e retificação de conceitos relacionados à Física e Matemática, contemplando significativamente várias habilidades e competências previstas nos Planos Curriculares Nacionais, servindo como referência à trabalhos futuros.

ANEXO A

Texto de apoio: Ciência, Tecnologia e Inovação pra quê? (publicado em 2010)

Demétrio Gaspari Cirne de Toledo

Entre os dias 26 e 28 de maio deste ano, aproximadamente 4.000 pessoas, entre cientistas, gestores de políticas públicas da área de ciência, tecnologia e inovação (CTI) e cidadãos interessados no tema, se reuniram em Brasília para a 4ª Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia (4ª CNCTI). Em pauta, discutiram os destinos da ciência, tecnologia e inovação no Brasil pelos próximos 10 (dez) anos.

Desde a 1ª Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia, convocada para discutir e dar suporte à implementação do Ministério da Ciência e Tecnologia, no ano de 1985, muita coisa mudou em termos de ciência e tecnologia no Brasil, a começar pelo acréscimo do “I” de inovação ao “CT” de ciência e tecnologia, bem-vinda mudança introduzida na 2ª Conferência Nacional de CTI, realizada em 2001 e mantida nas conferências seguintes, em 2005 e agora em 2010. A incorporação de inovação ao título da conferência, no entanto, só vingou mesmo nesta última, que acaba de se encerrar: na segunda e na terceira conferência, apesar do nome, a ênfase recaía quase sempre sobre o primeiro termo (ciência), e um pouco menos no segundo (tecnologia), com pouquíssimo espaço para o terceiro (inovação). No entanto, se forem corretas as impressões formadas no calor da hora por alguns participantes da 4ª Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia, muita coisa mudou. Quero acreditar que para melhor.

A ideia de que o desenvolvimento econômico e social é fortemente influenciado pelo avanço do conhecimento a respeito dos mundos natural e social tem lugar de destaque na obra de pensadores os mais diversos, como o escocês Adam Smith (1723-1790) no século XVIII, o alemão Karl Marx (1818-1883) no XIX e o austríaco Joseph Schumpeter (1883-1950) no XX, entre outros. Foi este último, no entanto, que colocou no centro da reflexão sobre a mudança social os impactos da inovação sobre a economia. Depois de Schumpeter, ninguém mais pode ignorar impunemente o papel fundamental desempenhado pela inovação nos processos de desenvolvimento econômico e social de empresas e países. Inovação, aqui, quer dizer: aplicação comercial bem sucedida de conhecimento. Como tratar, no entanto, a relação entre inovação, de um lado, e ciência e tecnologia, do outro (e por que é que esses termos aparecem juntos no título da conferência)? A pergunta procede, e muitos outros já a fizeram antes de nós, você e eu, leitor. Por muito tempo, a resposta a essa pergunta tendeu a estabelecer uma relação direta e linear entre ciência, tecnologia e inovação. A ideia seria mais ou menos a seguinte: quanto mais ciência, no sentido de conhecimento básico dos mundos social e natural, mais tecnologia, entendida

como aplicação do conhecimento básico na transformação dos mundos natural e social, e mais inovação. Logo, se mais ciência resulta em mais inovação (e mais inovação em mais desenvolvimento econômico e social), é desejável, pensavam muitos pesquisadores e políticos, investir em ciência básica e esperar sentado os retornos que ela daria para a inovação (e para o desenvolvimento econômico e social...).

A certa altura, no entanto, ficou claro que não havia uma relação direta e linear entre ciência e tecnologia e inovação; logo, que investimentos em ciência e tecnologia não resultariam necessariamente em mais inovação. Foi nesse momento que a relação entre ciência, tecnologia e inovação foi repensada, bem como todas as políticas públicas de CTI: não bastava investir em ciência, era preciso conectá-la à tecnologia e à inovação. Surgem então políticas de CTI que, de par com investimentos que aumentam a oferta de ciência disponível, atuam também sobre as formas de conexão entre universidade e empresa, nos modos como as empresas aprendem, transferem e difundem conhecimento e nos mecanismos que influenciam a demanda por ciência e tecnologia na economia, tanto no setor privado como no setor público. Em outras palavras, a nova *geração de políticas de CTI procura não apenas estimular a oferta de conhecimento básico e aplicado (ciência e tecnologia)*, mas também a demanda por inovação, entendida como a aplicação comercial bem sucedida de conhecimento.

Em países como EUA, Grã-Bretanha, França, Japão, Coreia do Sul e Finlândia, esse tipo de política de CTI já vem sendo adotada desde os anos 1980. O Brasil, em comparação, demorou a dar maior ênfase e atenção ao componente inovação em suas políticas de CTI, com a balança pendendo em geral para o componente ciência, e um pouco menos para tecnologia, mas desde inícios dos anos 2000 o peso de cada um dos três componentes ficou mais equilibrado. E as discussões na 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação reforçam essa percepção: ciência, tecnologia e inovação, cada vez mais, andarão juntas, contribuindo para o desenvolvimento econômico e social do Brasil.

PARA OS DISCENTES

Redija um texto dissertativo-argumentativo na modalidade escrita formal da língua portuguesa sobre o tema “a importância da valorização do conhecimento científico no Brasil da atualidade”, apresentando proposta de intervenção, que respeite os direitos humanos. Selecione, organize e relacione, de forma coerente e coesa, argumentos e fatos para defesa de seu ponto de vista.

ANEXO B

Construindo foguetes de garrafa “pet” e uma base de lançamento

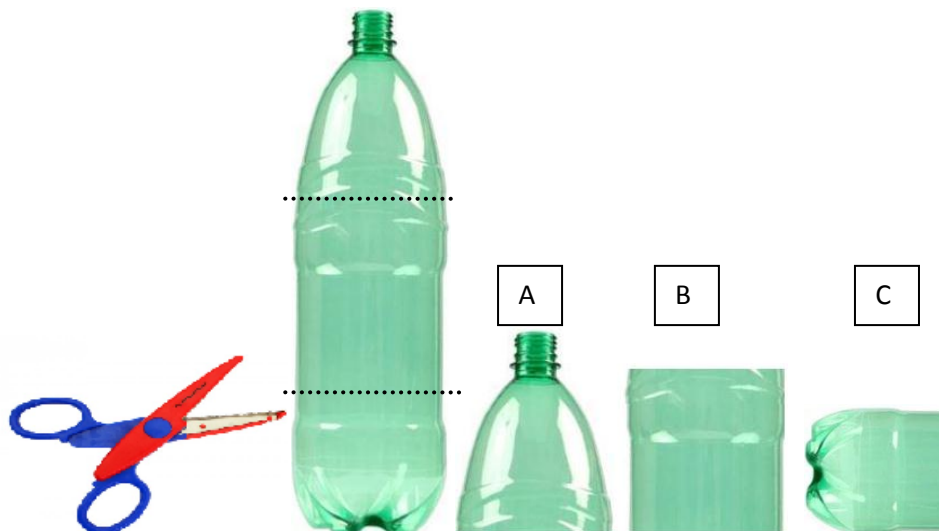
Visando o desenvolvimento das diversas atividades propostas por este produto educacional, trazemos uma sugestão de montagem de foguetes de garrafa pet e um modelo de base de lançamento para os mesmos.

Construindo o foguete de garrafa pet

Será necessário o seguinte material:

- (02) Duas garrafas descartáveis tipo “pet” de refrigerante, semelhantes;
 - (01) Uma chapa de filme de raio x;
 - (01) Um balão de aniversário ou sacola plástica;
 - (01) Uma linha de barbante de 1,5m;
 - (01) Uma tesoura ou estilete;
 - (01) Um tubo de cola instantânea.
- 1) Escolha uma das garrafas pet para ser a “garrafa base”. Sobre esta será montado todo o aparato. A outra será a “garrafa de corte”.
 - 2) De posse da tesoura, faça dois recortes sobre a “garrafa de corte” dividindo-a em três partes com aproximadamente o mesmo tamanho, tal qual a figura abaixo:

Figura B1 – Recortes de garrafa pet para confecção de um foguete propulsado à água:



- 3) As partes retiradas da “garrafa de corte” deverão ser montadas e coladas sobre a “garrafa base”, de modo que a parte “A” seja colada na parte traseira e a parte b seja colada sobre o bico desta, como pode-se observar na figura abaixo:

Figura B2 – Montagem dos recortes de garrafa pet na “garrafa base”:



- 4) Recorte a chapa de filme radiológico no formato do escopo abaixo para confeccionar as aletas aerodinâmicas de seu foguete de garrafa pet. A dimensão maior da aleta deverá ser dividida em quatro partes de modo que cada uma destas seja dobrada em sentido alternado para ser fixada e colada na parte “B”, que foi acoplada à “garrafa base”:

Figura B3 – Dimensões e confecção das aletas do foguete de garrafa pet:

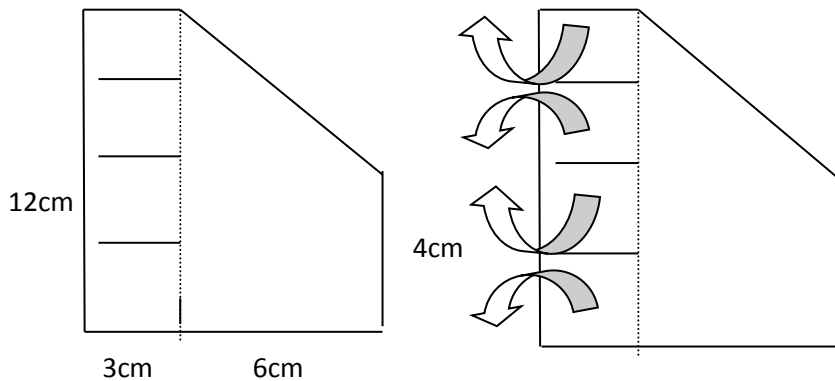
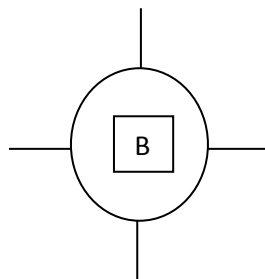


Figura B4 – Vista aérea do foguete de garrafa pet com suas aletas colocadas:



- 5) O foguete de garrafa pet está praticamente pronto. Para finalizar você deverá equilibrar o centro de massa com o centro de pressão do dispositivo. Para tal, deverá introduzir dentro do balão de aniversário aproximadamente 80g de areia e afixá-lo junto à ponta do foguete utilizando a tampa da garrafa pet. Isso fará deslocar o centro de massa

do foguete para a parte superior do dispositivo de modo que o centro de massa e o baricentro do foguete estejam deslocados.

Figura B5 – Bico do foguete com balão contendo areia para estabilizar o dispositivo:



Construindo uma base de lançamento

Para a construção da base de lançamento será necessário o seguinte material:

- 07 (sete) canos de pvc marrom, de 20mm de diâmetro, de modo que 04 (quatro) possuam 20cm e 01 (um) de 25 cm de comprimento, preferencialmente rosqueáveis (figura B6);
- 05 (cinco) entroncamentos de pvc tipo “T” com 20mm de diâmetro, marrom, rosqueável (figura B8);
- 01 (um) bujão masculino de vedação para cano de 20mm de diâmetro (figura B10);
- Um registro de pvc esfera borboleta rosqueável (figura B7);
- Uma válvula de encher pneu de bicicleta atarraxável (figura B9);
- 08 (oito) Abraçadeiras de nylon de 3.6mm (figura B11);
- Uma abraçadeira de metal de abertura limite de 01 (uma) polegada (figura B12);
- Um rolo de 3m de fita isolante (figura B13);
- Um rolo de 3m de fita veda rosca (figura B14);
- Um cordel ou barbante (figura B15);
- Um tubo de cola plástica de vedação (figura B16);
- Uma câmara de bicicleta (não precisa ser nova)(figura B17).



Figura B6



Figura B7



Figura B8



Figura B9



Figura B10



Figura B11



Figura B12



Figura B13



Figura B14



Figura B15



figura B16

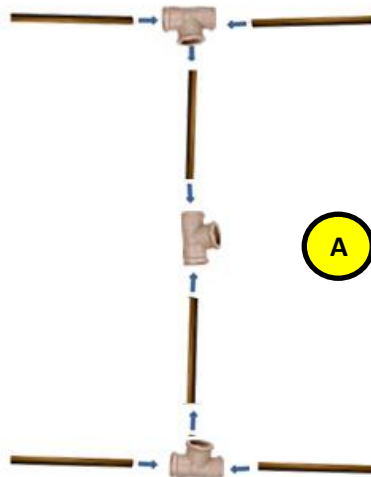


figura B17

Montagem:

Conecte os canos de modo que se forme um “H”, conforme a figura abaixo. Para a conexão utilize os “Tês” de rosca interna, sempre colocando a cola plástica de vedação, conforme a figura abaixo:

Figura B18 – parte “A”- Montagem do alicerce da base de lançamento:



Agora monte o tubo disparador. Para tal, utilize a abraçadeira de metal para acoplar as abraçadeiras de plástico ao cano de pvc de modo que estas se dividam proporcionalmente no entorno deste. As “cabeças” destas abraçadeiras de nylon devem ficar a cerca de 1cm acima do limite do cano para que possam prender o gargalo das garrafas pet transformadas em foguete. Recorte os excessos no comprimento abaixo da abraçadeira de metal. A figura abaixo mostra esta montagem:

Figura B19 – montagem do tubo disparador:



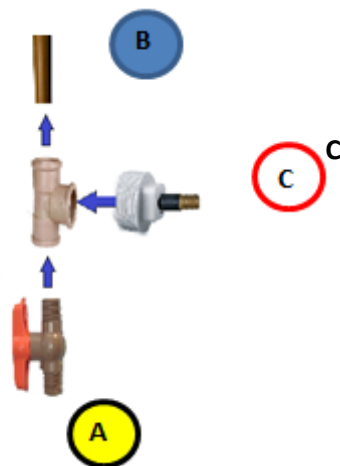
Utilizando uma furadeira ou um prego aquecido, faça um orifício no cap que possibilite a acoplagem do bico de encher pneu de bicicleta. Ao colocá-la, Utilize a borracha da câmara para vedar o sistema e aperte bem a porca de fixação do bico. A figura a seguir ilustra esta montagem:

Figura B20 – montagem do bico de ar na base de lançamento



Coloque o bico de ar acoplado na parte central do “Te”. Nas outras extremidades serão acoplados o cano de lançamento (com as abraçadeiras fixadas) e o registro “esfera”. Este registro será acoplado na base “H” montada previamente. A figura abaixo mostra esta sequência:

Figura B21- Acoplamento do registro, bico de ar e tubo disparador à base de lançamento:



Agora faça dois furos na luva de pvc diametralmente opostos nos quais será amarrada uma corda de barbante de pelo menos 3m. Esta luva será responsável pelo sistema de gatilho do foguete. A figura abaixo demonstra esta montagem:

Figura B22 – Gatilho de lançamento:



Utilizando a fita isolante, revista a ponta do cano no qual o foguete será acoplado de modo que a ponta receba menos camadas de fita do que o corpo da tubulação. Este revestimento deve ter aproximadamente 2cm de largura,

com revestimento crescente em camadas para que no momento em que o foguete for acoplado não escape água entre a garrafa e o tubo. Após colocar uma camada considerável e fita isolante, acrescente também uma camada de fita veda rosca obedecendo ao mesmo procedimento utilizado para colocar a fita isolante.

Figura B23 – Vedação do tubo disparador



A base de montagem esta pronta, em condições de realizar o lançamento de projéteis.

Procedimentos no lançamento de foguetes:

Primeiramente atente para as seguintes medidas de segurança:

- Certifique-se que todos os alunos estejam distante pelo menos 4m da base de lançamento, posicionados em uma área oposta a direção que o foguete será lançado;
- Dispor de estacas de fixação para a base;
- Dispor de um cordel de pelo menos quatro metros que possibilite segurança quando agir no sistema de liberação do foguete de água;
- Assegurar que o local provável que o foguete irá atingir esteja seguro, visando impedir danos pessoais ou materiais;
- Evitar o lançamento em locais movimentados a fim de evitar acidentes.

Obs: Antes de qualquer procedimento de lançamento providencie uma bomba de encher pneus de bicicleta ar.

Para o lançamento do foguete primeiramente preencha a “garrafa base” (sobre a qual foram montadas as aletas e as partes retiradas da “garrafa de corte”) com aproximadamente 1/3 de seu volume com água. Certifique-se que a luva de pvc do sistema de gatilho está recuada ao longo do cano no qual o foguete será acoplado. Com uma das mãos afaste as abraçadeiras de nylon e com a outra coloque o foguete na base. Procure fixa-lo de modo que não escape água de seu interior. Tendo o foguete colocado sobre o tubo da base, movimente a luva de pvc para que esta pressione as braçadeiras de nylon até que as cabeças destas segurem o gargalo do foguete de garrafa pet.

- Conecte a bomba de bicicleta no bico instalado na base de lançamento e pressione de modo que a pressão interna do sistema atinja, no máximo, 80psi (escala comumente utilizada por estas bombas, correspondendo a cerca de 550.000Pa (5,5atm).
- Para que aja sobre o barbante de modo que ao aplicar uma força a luva seja puxada para baixo, liberando as abraçadeiras de nylon que seguram o gargalo. Como a pressão interna do aparato é bem maior que a externa, o mesmo expulsará a água de seu interior de modo que o projétil será lançado.

Anexo C

Lançando dos Foguetes de Água e atividades para os alunos

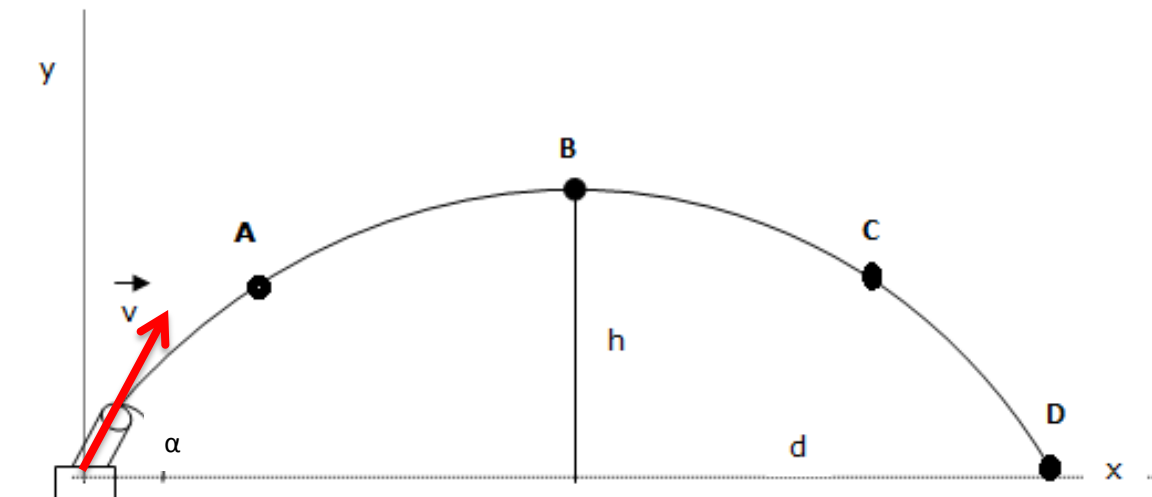
Na atividade de hoje, o foguete propulsado à água será analisado como um projétil lançado obliquamente (figura C1). Anote os seguintes dados experimentais:

Ângulo de lançamento: $\alpha = \text{---}$;

Tempo de voo: $t = \text{---}$;

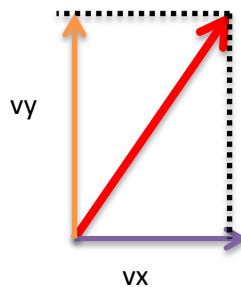
Alcance: --- .

Figura C1 – Representação do movimento do projétil:



O vetor “v(vetorial)” representa a velocidade do foguete no instante inicial. Esta vetor pode ser representado através de suas componentes, vertical e horizontal, v_y e v_x . Esboce as componentes horizontal e vertical do vetor. Lembre-se que a seta indica a direção e o sentido da grandeza vetorial e o comprimento da mesma representa sua intensidade:

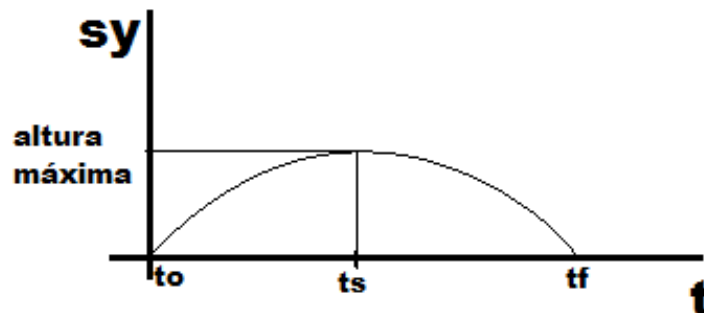
Figura C2 – Componentes vertical e horizontal da velocidade:



Observe as funções posição e velocidade para o movimento vertical e horizontal do foguete. Reescreva-as substituindo a aceleração gravitacional horizontal.

Veja o esboço do gráfico da posição vertical em função do tempo:

Figura C3 – Esboço da trajetória do foguete ao longo do eixo vertical em função do tempo:



Perceba que t_f é o tempo que foi cronometrado por seu grupo. Qual seria o tempo de subida do projétil? Qual seria a velocidade de subida do foguete neste instante?

$t_s =$ _____ $v_y =$ _____

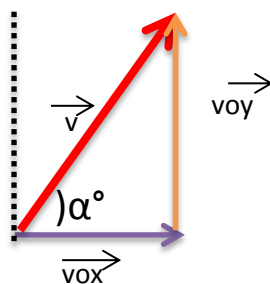
Com as informações acima, determine a velocidade vertical inicial do foguete:

$v_{oy} =$ _____

Agora encontre a altura máxima atingida pelo projétil utilizando a função posição vertical:

$s_y(t_s):$ _____

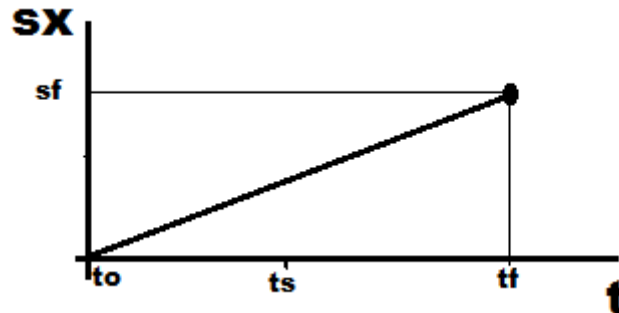
Utilizando o ângulo de lançamento e a velocidade vertical inicial determinada no item anterior, determine a velocidade inicial horizontal e o módulo da velocidade de lançamento resultante. Utilize as relações trigonométricas do triângulo retângulo abaixo:



$v_{ox} =$ _____ $v =$ _____

Observe o esboço do gráfico da posição horizontal em função do tempo:

Figura C4 – Gráfico da posição horizontal em função do tempo:



Perceba que o gráfico encontra seu ponto máximo em s_f , que seria o alcance horizontal do foguete. Por que o gráfico não prossegue? O que acontece para o dispositivo não progredir ao longo do eixo horizontal?

R:

Finalmente, determine o alcance horizontal do foguete utilizando o tempo de voo do dispositivo e a velocidade horizontal calculada anteriormente:

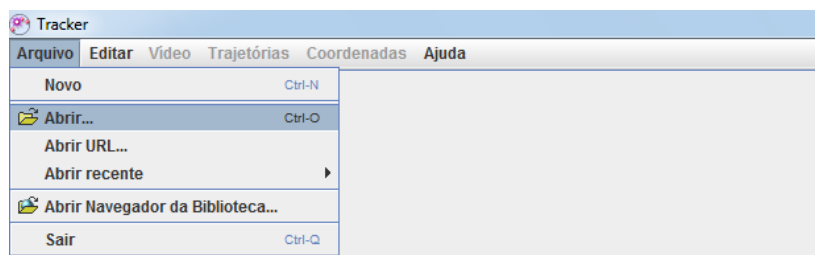
$s_x =$ _____

Anexo D

Instrumentando o uso do Tracker: Analisando o movimento de projéteis

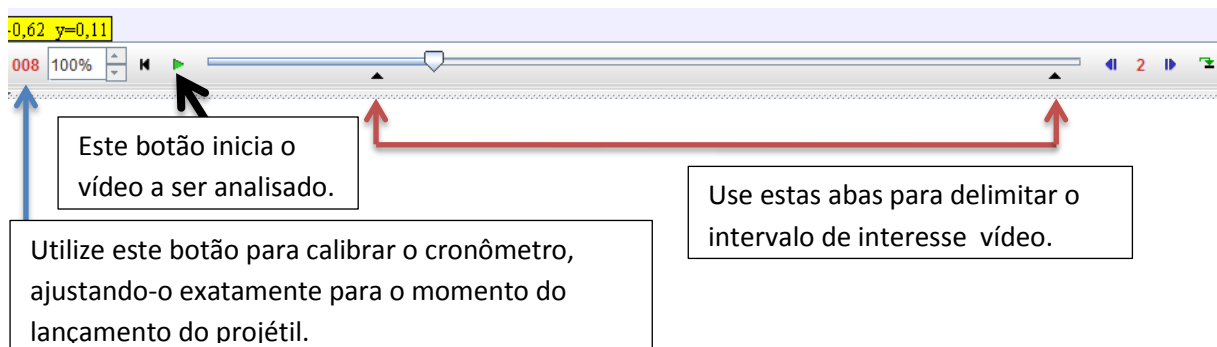
O roteiro a seguir se destina a utilização do *Tracker* como ferramenta de análise de trajetória de partículas, descobrindo assim qual foi a altura e o alcance real do foguete lançado na atividade anterior. Primeiramente, abra o programa *Tracker*, procurando-o na Área de Trabalho. Em seguida vá em “Arquivo” “Abrir vídeo” “Lançamento 1”.

Figura D1- Menu do Tracker- Abrindo o vídeo a ser estudado:



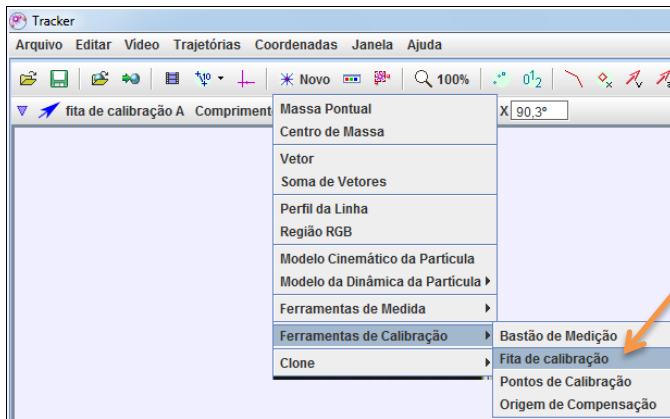
Uma vez aberto o vídeo, vamos delimitar o início e o final do lançamento do foguete, delimitando o intervalo de interesse a ser estudado. Observe os ícones posicionados na parte inferior da tela:

Figura D2 – Controle de vídeo e calibração do tempo:



Agora vamos calibrar as ferramentas de medição do *Tracker*. Após esta calibração, o programa interpretará todas as distâncias entre pontos utilizando um objeto de referência como base. Observe em sua filmagem algum objeto que você conheça as dimensões. Agora, utilizando a fita de calibração, informe ao programa o tamanho do objeto medido.

Figura D3 – Referenciando os objetos da filmagem:



Clique no ícone “novo” , “ferramenta de calibração”, “Fita de calibração”. Irá aparecer uma régua virtual retrátil. Posicione-a sobre o objeto de referência e informe ao programa as dimensões do objeto.

Feitas as calibrações, é hora de começar a analisar o movimento do projétil. Vamos posicionar o eixo cartesiano sobre a filmagem, adotando um referencial para analisar o movimento.

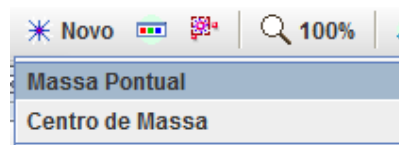
Figura D4 – Colocando o eixo cartesiano na filmagem:



Clique neste ícone e posicione o eixo cartesiano em um local adequado para analisar o movimento do projétil.

Tendo sido adotado um referencial, vamos marcar os pontos de análise para que o Tracker faça seu trabalho. Clique em “novo”, “massa pontual”.

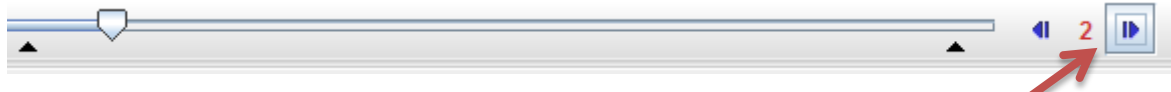
Figura D5 – Tomada de dados do foguete através da criação de um ponto de massa:



O programa fará um rótulo automático, chamado “massa A”. Clicando sobre este ícone uma série de opções estará disponível. A primeira opção é “nome”. Selecione o item e escreva o nome do seu foguete.

A partir de agora o *Tracker* irá gravar todas as posições considerando a ferramenta de calibração, o cronômetro e o eixo cartesiano. Clique sobre o ícone da massa pontual e em seguida aperte as teclas “Ctrl” + “Shift” e, segurando estas teclas clique sobre o objeto a ser analisado (no caso o foguete de água). O programa irá salvar a posição do objeto, marcando este ponto em sua trajetória.

Figura D6 – Controlando a entrada de dados frame a frame:



Avance o vídeo agindo neste botão. Quando achar conveniente, marque o ponto para que o programa determine a trajetória e analise o movimento do projétil. Quanto mais pontos marcados, maior a precisão na análise da trajetória.

Enfim, utilizando as ferramentas aprendidas nesta atividade determine a altura máxima, o alcance do projétil e o tipo de movimento descrito pelo móvel em relação ao eixo vertical e ao eixo horizontal. Analise, se julgar necessário, os gráficos existentes no canto direito da tela:

Figura D7 – Obtendo dados diretamente do gráfico e da tabela gerada pelo aplicativo:

memória em uso: 41MB de 247MB

Diagrama massa A Sincronizar

Selecione o gráfico a ser analisado $sv(t) \times t$ $sx(t) \times t$.

Selecione o objeto a ser.

Dados massa A

t	x	y
0	0,01	1,906
0,1	2,265	2,866

Se julgar necessário, retire informações da tabela existente no canto inferior do vídeo.

Anote os dados obtidos nesta seção nos espaços abaixo. Faça o cálculo da velocidade inicial do objeto no eixo horizontal e vertical baseando-se no tempo total de voo do foguete. Estas anotações serão utilizadas na próxima aula:

tc: _____

$g = 9,83\text{m/s}^2$

vox: _____

voy: _____

hmax: _____

s(tc): _____

Salve o trabalho como “lançamento grupo x”. Será necessário para o desenvolvimento da atividade 2.7.

Anexo E

Lançamento virtual de um projétil a partir do Tracker

O roteiro a seguir orienta a utilização do *Tracker* para a construção de um objeto virtual que obedeça ao modelo cinemático ideal. Utilizaremos o lançamento gravado na atividade anterior (anexo D). Este vídeo, de acordo com o trabalho da seção anterior, deverá estar com o tempo calibrado, intervalo de interesse selecionado, bastão de calibragem ajustado com o objeto de referencia e, de preferência, com o ponto de massa contendo pelo menos cinco tomadas de posição. Conforme a atividade anterior abra o lançamento salvo pelo seu grupo na atividade 2.6.

Clique em “Novo” e selecione “Modelo Cinemático da Partícula” . Em seguida, insira os parâmetros que definirão o movimento do objeto virtual: v_{ox} , v_{oy} , g , s_{ox} e s_{oy} . Para isto, clique em “Parameters”, “Add” . Modifique o nome do parâmetro adicionado e coloque o valor inicial de acordo com as medidas da atividade anterior.

Figura E1: Adicionando parâmetros na modelagem de um objeto virtual:

Selecione Modelo Cinemático da Partícula.

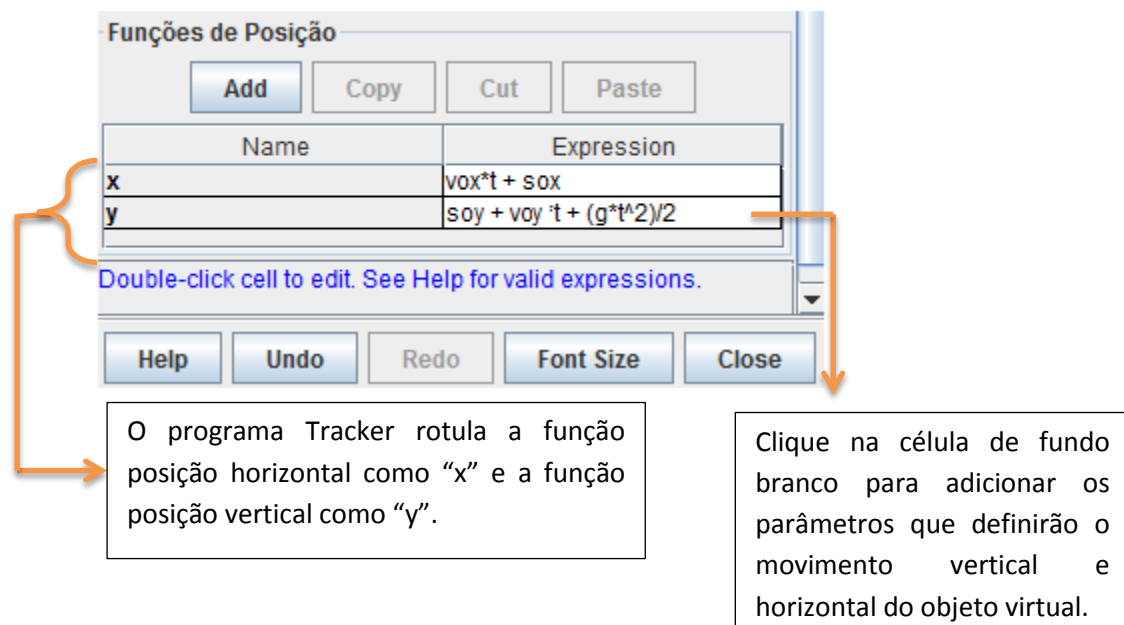
Adicione os parâmetros que definirão o movimento do objeto virtual.

Renomeie os parâmetros adicionados e defina seus valores iniciais baseados na atividade 2.6.

Name	Expression
m	1
vox	7,5
voy	9,83
s _{ox}	0
s _{oy}	2,00
g	-9,83

Definidas as grandezas é o momento de entrar com as funções que definem a posição vertical e horizontal do objeto virtual. O programa Tracker rotula a função posição horizontal $s_x(t)$ de “x”, e a função posição vertical $s_y(t)$ de “y”. Atue nestas funções informando ao programa os parâmetros que as definem. Para isto, clique em “Funções de Posição”, selecionando a célula de cor de fundo “branco” para a função “x” ($s_x(t)$). Perceba que ao clicar na célula todos os parâmetros adicionados ficam disponíveis. Monte a função posição horizontal e posição vertical para seu objeto virtual. Atente que o programa não requer que se digite “=” (igual), comum em programas como o Excel. Tudo que for colocado na célula de fundo branco já é interpretado como o valor da função “x” ou “y”. Os sinais comumente usados são soma (+), subtração (-), divisão (/) e multiplicação (*). Para elevar uma variável à algum expoente utilize (^), seguido pelo expoente desejado.

Figura E2: Configurando o movimento do objeto virtual:

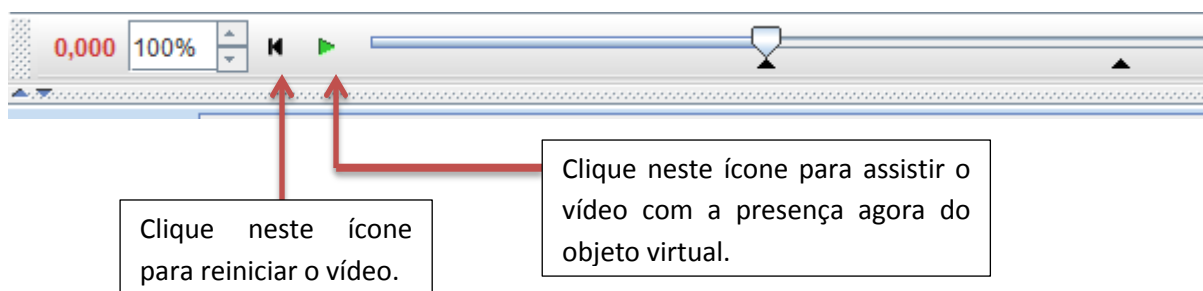


O programa Tracker rotula a função posição horizontal como “x” e a função posição vertical como “y”.

Clique na célula de fundo branco para adicionar os parâmetros que definirão o movimento vertical e horizontal do objeto virtual.

Finalmente, reinicie o vídeo e observe o movimento do modelo virtual e compare-o com o objeto real. Para isto, siga as instruções presentes na figura abaixo:

Figura E3: Analisando o lançamento do objeto virtual:



Clique neste ícone para reiniciar o vídeo.

Clique neste ícone para assistir o vídeo com a presença agora do objeto virtual.

Após o lançamento do objeto virtual, discuta com seus colegas as seguintes questões:

- 1) Houve diferença de trajetória entre o modelo e o lançamento real? Caso positivo, discuta com seus colegas os motivos que levaram a esta diferença;
- 2) .O modelo atende às expectativas? Elabore em conjunto com seu grupo um argumento que defenda a utilização do modelo e um que requeira o seu refinamento;
- 3) O que seu grupo faria para melhorar o modelo utilizado? Construa, em conjunto com seu grupo, uma proposta de experiência ou correção para melhorar o modelo existente.

BIBLIOGRAFIA

SOUSA, James Alves. Um foguete de garrafas PET, 2007. Disponível em:<<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol8/Num2/v08n02a02.pdf>>. Acesso em: 16 de nov 2014

VERDEGAY, Enrique Iglesias e DUQUE ESTRADA, Marco Aurélio. Utilização de Materiais Alternativos de Baixo Custo na Educação de Adultos (EJA), utilizando Paulo Freire e Andragogia, 2005. Disponível em <http://www.ciencia.ao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=snf&cod=utilizacao_dos_materiais> acessado em 15 de outubro de 2014

SILVA, Carlos Henrique S. de Oliveira e SILVA, Luiz Fernando S. de Oliveira. O uso de foguetes de garrafa PET na determinação do ângulo de alcance máximo no lançamento oblíquo, 2010. Disponível em <http://pt.slideshare.net/roberlanio/o-uso-de-foguetes-de-garrafas-pet-na-determinao-do-ngulo-de-alcance-mximo-no-lanamento-obliquo-50994943>, acessado em 20 de outubro de 2014

OLIVEIRA, Marco Antônio Sodré. Os aspectos físicos e matemáticos do lançamento do foguete de garrafa PET, 2008. Disponível em <http://wp.ufpel.edu.br/pibidfisica/files/2013/03/OS-ASPECTOS-F%C3%80SICOS-E-MATEM%C3%81TICOS-DO-LAN%C3%87AMENTO-DO-FOGUETE-DE-GARRAFA-PET.pdf>, acessado em 12 de outubro de 2014

VEIT, Eliane e SOLANO, Ives. Um estudo sobre o desempenho de alunos de Física usuários da ferramenta computacional “modellus” na interpretação de gráficos em cinemática, 2002. Disponível em http://www.if.ufrgs.br/gpef/ISAraujo_mestr.pdf, acessado em 18 de outubro de 2014

BROWN, Doug. Tracker Vídeo Analysis and Modeling Tool for Physics, Source, Cabrillo College, 2011, disponível em <http://physlets.org/tracker/>, acessado em março de 2013

CALDERÓN, Silvia Elena, NUÑEZ, Pablo e SALVADOR, Gil. La cámara digital como instrumento de laboratorio: estudio del tiro oblicuo, 2009, disponível em https://www.researchgate.net/publication/41890797_La_camara_digital_como_instrumento_de_laboratorio_estudio_del_tiro_oblicuo, acessado em 22 de outubro de 2014

BEZERRA, Arandi, PRESOTO, Leonardo, LENZ, Jorge e SAAVEDRA, Nestor. Vídeo análise com o software livre Tracker no laboratório didático de Física: movimento parabólico e segunda lei de Newton, 2012, disponível em <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29nesp1p469>, acessado em 28 de outubro de 2014

PIASSI, Luiz Paulo de Carvalho e GOMES, Emerson Ferreira. O rock no ensino de astronomia: semiótica e perspectivas culturais no uso de canções, 2014, disponível em <http://www.sab-astro.org.br/Resources/Documents/snea2/orais/SNEA2012_TCO19.pdf>, acessado em 10 março de 2015

VALE, José Misael Ferreira do. Educação científica e sociedade, 1998, disponível em <<http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Texto-Educa%C3%A7%C3%A3o-Cient%C3%ADfica-e>>

Sociedade-De/72298468.html>, acessado em 20 de janeiro de 2015

BRITO, Luísa, SOUSA, Marcos e FREITAS, Denise. Formação inicial de professores de ciências e biologia: uma visão da natureza do conhecimento científico e relação CTSA, disponível em <http://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/364>, acessado em 20 de janeiro de 2015

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D. and HANESIAN, H. (1978). Educational psychology: a cognitive view. 2nd. ed. New York, Holt Rinehart and Winston.

MOREIRA, Marco Antônio. A Aprendizagem Significativa: Um conceito subjacente, 1997, disponível em <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsupport.pdf>, acessado em 18 de janeiro de 2015

PIAGET, Jean. O nascimento da inteligência na criança, 1970, editora Zahar, Rio de Janeiro 970

IPEM, Instituto de Pesos e Medidas de São Paulo, disponível em http://www.ipem.sp.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=346&Itemid=273, acessado em 30 de março de 2015

CONTRERAS, José. A autonomia dos professores; 2002, editora Cortez, São Paulo

LEVY, Pierre. A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço; 2007, editora Loyola, São Paulo

SETZER, Waldemar W.; Meios Eletrônicos e Educação: uma visão alternativa; 2001, Coleção "Ensaio Transversais", Vol. 10, 288p

MARTINS, André Ferrer Pinto; História e Filosofia das Ciências no Ensino: há muitas pedras neste caminho; Departamento de Educação, UFRN, Natal - RN

MINAYO, Maria Cecília de Souza; Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade; 2001 18 ed. Petrópolis: Vozes, p. 07

CHALMERS, Alan Francis. O que é Ciência Afinal; 1993, Editora Brasiliense, Brasília

CAPRA, Fritjof. O ponto de mutação: a ciência, a sociedade e a cultura emergente; 1988, Editora Cultrix, São Paulo.

KUHN, Thomas Samuel. A estrutura das revoluções científicas; 1962, Editora Perspectiva, São Paulo

AGOPYAN, Vahan. O futuro do mestrado profissional. Revista Brasileira de Pós Graduação, Brasília, v.4, n.8. 2007

SOMMERVILLE, Donald. The Complete Illustrated History of World War Two: An Authoritative Account of the Deadliest Conflict in Human History with Analysis of Decisive Encounters and Landmark Engagements. Leicester: Lorenz Books, 2008