

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENSINO DE FÍSICA

POLO RIO GRANDE – FURG

Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física

Victor Sardinha Bexiga

**Ensinando Física com Foguetes de água e utilizando TIC através de uma proposta
multidisciplinar**

Rio Grande

2015

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL DE ENSINO DE FÍSICA

POLO RIO GRANDE - FURG

Victor Sardinha Bexiga

**Ensinando Física com Foguetes de água e utilizando TIC através de uma proposta
multidisciplinar**

Dissertação apresentada ao Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física, da Sociedade Brasileira de Ensino de Física – Polo Rio Grande – Universidade Federal de Rio Grande - RS, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientação: Prof. Dr. Fernando Kokubun

Rio Grande - RS

2015

Dedicatória

Dedico este trabalho a todos os professores que ainda acreditam na possibilidade de se mudar vários paradigmas existentes no ensino de Ciências, em particular na disciplina de Física, propiciando uma aprendizagem significativa. Que estes estejam preparados a se desafiar dia a dia no afã de superar os preconceitos em nome do desenvolvimento da precária educação brasileira.

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar a Deus, seja ele a vontade natural de ordenar o caos, que me possibilitou chegar tão longe..

Agradeço aos alunos que participaram do projeto, que com suas sinceras opiniões e impetuosa participação propiciaram o aprimoramento das atividades propostas.

Agradeço à minha família, minha esposa Adriana pela compreensão pelas vezes que lhe neguei atenção devida durante o labor desta obra, demonstrando um amor sincero, sem vaidades e egoísmo.

Agradeço a meu pai e minha mãe pela educação proporcionada, principalmente no tocante a acreditar na própria capacidade e no poder da dedicação.

Agradeço aos caríssimos Professores Gomes e Bruscato por compartilharem um pouco de seus saberes e com muita paciência complementaram minha formação acadêmica, me colocando na estrada do desenvolvimento contínuo da arte de ensinar.

Agradeço ao meu orientador Fernando Kokubun por potencializar o produto educacional desenvolvido, sempre trazendo pertinentes observações que ampliaram as possibilidades das tarefas propostas.

Agradeço a meus colegas de mestrado, Marco, Júlio, Valéria, Graciela, Edilson, Claudio, Vera e Daniel, que me mostraram pertinentes formas de enxergar a importância de nossa prática profissional, dando sentido à prática docente.

Agradeço ao Colégio Militar de Porto Alegre na pessoa de seu comandante, que sempre primaram pelo aperfeiçoamento contínuo de seu pessoal demonstrando sua preocupação com a qualidade do ensino desenvolvido dentro do Exército Brasileiro, bem como propiciando a implementação do produto educacional junto às turmas do 1º Ano do Ensino Médio, confiando no trabalho do corpo docente.

Por fim, agradeço também aos meus colegas de trabalho pela compreensão em momentos difíceis nos quais minhas atenções estavam todas voltadas para o mestrado.

RESUMO

Nesta dissertação relatamos a experiência da aplicação do produto educacional “Ensinando Física com Foguetes de Água e utilizando TIC (Tecnologias da Informação e Comunicação) através de uma proposta multidisciplinar” a alunos do 1º Ano do Ensino Médio do Colégio Militar de Porto Alegre, na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, em 2015. Trata-se de uma sequência de atividades didáticas e multidisciplinares que envolveram as disciplinas de Física, Matemática, História e Filosofia utilizando como motivador o lançamento de foguetes de água e a implementação de tecnologias computacionais como ferramenta de análise. O trabalho teve como referencial pedagógico a Pedagogia Interacionista de Jean Piaget e a sondagem de conhecimentos prévios e o desenvolvimento da aprendizagem significativa de David Ausubel. O objetivo deste trabalho foi disponibilizar através de diversas atividades, tais como dinâmicas em grupo, apresentações, filmes, vídeos, entre outras, um ambiente propício às discussões sobre a crítica ao senso comum, a importância do método científico e como se desenvolve a ciência. Também teve como foco o desenvolvimento de diversas habilidades e competências presentes na matriz curricular do ensino médio relacionadas a diversas áreas, muitas destas normalmente relegadas a um segundo plano como as associadas à História da Ciência, Epistemologia e Ética.

ABSTRACT

In this work we report the experience of the application of the educational product "Teaching Physics with water rockets and using ICTs (Information Thecnology and Comunication) through a multidisciplinary proposal" to the students of the 1st year of High School in Colégio Militar de Porto Alegre, in Porto Alegre, Rio Grande do Sul, in 2015. It is a sequence of teaching and multidisciplinary activities involving the disciplines of physics, mathematics, history and philosophy using as a motivator launching water rockets and implementation of computer technologies as analysis tool . The work was referenced the pedagogical interaction of Jean Piaget, the survey of existing knowledge and the development of meaningful learning of David Ausubel. The objective was to provide through various activities such as group dynamics, presentations, movies, videos, among others, an environment conducive to discussions on the critical common sense, the importance of the scientific method and how it develops science. Also focused on the development of various skills and expertise present in the curriculum of secondary education related to various areas, many of these usually relegated to the background as associated to the History of Science, Epistemology and Ethics.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1 – Aprendizagem significativa de David Ausubel	15
Figura 2 – Interação social de Vygotsky	17
Figura 3– Observação da trajetória de um projétil	19
Figura 4 – Gráficos do MU	20
Figura 5 – Gráficos do MUV	21
Figura 6 – Determinação dos componentes de um vetor	21
Tabela 1 – Cronograma de atividades	26
Quadro 1 – Habilidades e Competências do PCN+ - MEC	27
Figura 10 – Materiais para a montagem da “Caixa Preta”	31
Figura 11 – Materiais necessários para montagem da base	34
Figura 12 – Montagem do alicerce da base de lançamento	34
Figura 13 – Montagem do tubo disparador	35
Figura 14 – Montagem do bico de ar na base de lançamento	35
Figura 15 – Acoplamento do tubo disparador ao alicerce da base	35
Figura 16 – Gatilho de lançamento	35
Figura 17 – Vedação do tubo disparador	36
Figura 18 –Recortes de garrafa pet para confecção do foguete	37
Figura 19 – Montagem dos recortes de garrafa pet	37
Figura 20 – Confecção das aletas do foguete pet	38
Figura 21 – Bico do foguete com balão	38
Figura 22 –Trajetória do foguete de garrafa pet	38
Figura 23 – Abertura do vídeo no programa Tracker	39
Figura 24 – Delimitação da região de interesse para os vídeos	39
Figura 25 –Calibrando o Tracker com um objeto de referência	39
Figura 26 –Inserção do eixo cartesiano	41

Figura 27 – Construção de um ponto de massa	41
Figura 28 –Capturando posições do projétil	41
Figura 29 –Criando um Modelo Cinemático da Partícula	42
Figura 30 –Inserindo parâmetros e funções	43
Figura 34 – Conhecimento prévio: movimento de projéteis	45
Figura 35 – Conhecimentos prévios: trajetórias de foguetes	48
Gráfico 1 – Crescimento de usuários de internet no mundo	55
Tabela 2 –Expectativas a respeito da disciplina de Física (Amostra 1)	45
Tabela 3 – Conhecimentos da área de atuação da Física (Amostra 1)	46
Tabela 4 – Conhecimentos da área de atuação da Física (Amostra 2)	46
Tabela 7 – Acesso a internet por região e dispositivo utilizado	64
Tabela 8 – Acesso a internet por idade e meio utilizado	65
Tabela 9 –Acesso a internet por classe social	65
Tabela 10 – Tipo de pesquisa realizada na internet	66
Tabela 11 –Alunos que possuem computador em sua residencia	66
Tabela 12– Percentual de escolas que possuem ítem relacionado à infra estrutura, por região	67
Gáfico 2 – Professores da Educação Básica com curso superior	68
Gráfico 3 – Professores da Educação Básica com licenciatura na área em que atuam	69
Gráfico 4 - Professores da Educação Básica que percebem salários dentro da média salarial de profissionais de mesma formação	69
Quadro 4 – Competências (National Research Concl)	70
Quadro 3– Obstáculos para o desenvolvimento de HFC no ensino de Física (médio e superior):	41
Quadro 4 – Quadro de Competências (National Research Concl)	42

Sumário

1 - Introdução.....	11
2–Suporte Teórico e Pedagógico.....	14
2.1 – Pedagogias consideradas para o projeto	
2.2 – Suporte conceitual físico para aplicação do produto	
2.3 – Uma breve história dos Foguetes	
3 – Procedimentos e aplicação do projeto.....	24
3.1 - O projeto	
3.2 - Montagem e aplicação das atividades	
4 - Análise do Projeto e de seus Resultados.....	44
4.1- Considerações iniciais	
4.2- Crença e razão na construção de um modelo científico	
4.4 - A corrida espacial	
4.5 - Lançando foguetes de água	
4.6 - Instrumentando o uso do Tracker: Analisando o movimento de projéteis	
4.7 - Lançamento Virtual de um projétil a partir do Tracker	
5 - Considerações Finais.....	50
6 - Referências Bibliográficas.....	52
Apêndices	
A– Por que trabalhar TICs na Educação.....	55
A.1 - A escola e suas personagens perante a inclusão digital	
A.2- Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)	
A.3 - A implementação das TIC na Educação	
A.4 - O Mestrado Profissional em Ensino de Física	
B– O Colégio Militar de Porto Alegre.....	69

INTRODUÇÃO

Os foguetes de garrafa PET, impulsionados com água, são instrumentos didáticos de baixo custo e possibilitam uma ampla gama de atividades exploratórias com os alunos, sendo um experimento que chama muito a atenção dos alunos. A descrição geral dos foguetes PET pode ser encontrada facilmente em uma pesquisa internet, mas uma apresentação muito interessante, que utilizamos como guia é o trabalho "Um foguete de garrafas PET" de (Souza, 2007) onde encontramos uma apresentação geral dos foguetes propulsados a água, abordando especialmente aspectos físicos e matemáticos.

Nestes lançamentos, temos a possibilidade de explorar vários conceitos físicos importantes, como os relacionados à cinemática (lançamento de projéteis), à dinâmica newtoniana (através do estudo das leis de Newton aplicadas ao foguete) ou mesmo a termodinâmica (quando se considera a expansão do ar). No entanto, quando se pensa em divulgação científica ou mesmo em trabalhos multidisciplinares, a gama de habilidades e competências a se desenvolver cresce exponencialmente, abrindo um enorme leque de oportunidades que vão desde o estudo do fazer ciência até assuntos relacionados à formação social da sociedade moderna.

As variáveis envolvidas no lançamento de foguetes nos permitem explorar muitos assuntos. Podemos, por exemplo, considerar a influência da quantidade de água utilizada (como realizada em M.A. Duque Estrada e E.I. Verdegay, 2005), ou mesmo analisar a influência no alcance atribuída à quantidade de pressão infligida ao dispositivo, aproximando os discentes de um trabalho experimental científico.

Quando ensinamos leis de Newton, muitas dificuldades surgem devidas uma série de conhecimentos prévios, que acabam entrando em conflito com o assunto formalmente desenvolvido em salas de aula. Muitas vezes estes tópicos acabam sendo tratados sem um contato com algum experimento, utilizando somente aulas expositivas centradas em uma excessiva utilização da matemática, sem uma exploração e desenvolvimento adequado dos temas abordados. Um estudo realizado com os foguetes de garrafa PET (Lima da Silva, 2010) apresenta uma estratégia para promover a aprendizagem significativa, obtendo resultados bastante promissores, possibilitando inclusive a criação de um ambiente não formal para se estudar física, tal qual um laboratório didático.

O estudo do lançamento de foguetes PET nos permite ainda discutir com os discentes as diferenças entre a modelagem ideal e a trajetória real (em Oliveira 2008, é realizado um estudo dos lançamentos, realizando uma modelagem com o software Maple7). O registro da trajetória pode ser realizado com a sua filmagem através de uma câmera de baixo custo, em alguns casos utilizando até mesmo um celular com câmera.

Com um vídeo adequado, a análise do movimento torna-se efetiva. Um trabalho semelhante pode ser visto em “Um estudo sobre o desempenho de alunos de física usuários a ferramenta computacional Modellus na interpretação de gráficos em cinemática” (Ives Solano, Eliane Veit 2002) onde se divulga a possibilidade de desenvolver a aprendizagem de cinemática a partir da modelagem computacional. Na nossa proposta, utilizamos o aplicativo de livre distribuição “TRACKER” (Open Source Physics, Doug Brown, Cabrillo College). Este aplicativo tem uma interface simples de ser utilizada e permite comparar o movimento registrado e com uma ou mais previsões teóricas (modelos).

Considerando o lançamento de foguetes como uma atividade de laboratório, serviu-nos como alicerce os trabalhos “La cámara digital como instrumento de laboratorio: estudio del tiro oblicuo” (Silva Calderón, Pablo Nuñez e Salvador Gil, 2009) e “Vídeo análise com o software livre Tracker no laboratório didático de Física: movimento parabólico e segunda lei de Newton” (Arandi Bezerra, Leonardo Presoto, Jorge Lenz e Nestor Saavedra, 2012), onde consideram, respectivamente, o trabalho de análise de lançamentos utilizando o “Tracker” e a análise de gráfico pela implementação de um laboratório didático potencializando a aprendizagem do aluno.

É importante ressaltarmos que este produto educacional não se restringe ao lançamento de foguetes de garrafa PET, registro e posterior análise. Todo o processo de construção do foguete (e do lançador) nos permite desenvolver muitos tópicos interessantes de física (por que utilizar água? o que é pressão?), de forma que não precisamos pensar apenas como atividade relacionada à dinâmica newtoniana, mas que pode ser ampliada como um projeto mais extenso a ser desenvolvido ao longo de um ou dois semestres letivos.

No nosso projeto, com um enfoque multidisciplinar, desenvolvemos uma atividade sobre a história dos foguetes, considerando principalmente o período da guerra fria e corrida espacial. Este assunto promove discussões interessantes que contribuem na compreensão do mundo atual (tal qual Piassi e Gomes, em 2014).

Não menos importante que o lançamento e análise de dados, proposto pelo lançamento de projéteis, também estão previstas atividades que contemplam, ainda que de forma superficial, algumas ideias epistemológicas que consideramos que merecem uma abordagem mais profunda e que desenvolvemos em nossas aulas. Tivemos como referência o texto “Educação científica e Sociedade (José Misael Ferreira do Vale, 1998).

Esta dissertação está organizada da seguinte maneira: no capítulo 1 trata da introdução deste produto, enfatizando seu conteúdo e proposta. A fim de ressaltar os conceitos abordados ao longo das atividades, o capítulo 2 apresenta o suporte pedagógico e teórico que orientaram o projeto, quando idealizadas as

atividades, trazendo de maneira clara os conceitos físicos abordados.

No capítulo 4 apresentamos formalmente o projeto, apresentando os objetivos propostos e descrevendo detalhadamente a maneira que cada atividade foi preparada, materiais necessários, aplicativos e procedimentos, universo de aplicação e resultados esperados.

Finalmente, no capítulo 5 apresentamos uma pesquisa sobre os resultados obtidos procurando apresentar o impacto causado pela aplicação do produto educacional nas turmas.

A dissertação ainda traz, nos capítulos 6 e 7, as considerações finais e as referências bibliográficas consultadas.

2 – SUPORTE TEÓRICO E PEDAGÓGICO

2.1 – Pedagogias consideradas para o projeto

2.1.1– 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. ¹

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 1 – 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:

¹Navas, José Manuel, Psicologia educativa: um punto de vista cognoscitivo, 2009



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.

2.1.2 – 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.

2.1.3 - 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 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 2– 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.

2.2 - Suporte conceitual físico para a aplicação do produto

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 está vinculada necessariamente a qual ponto de referência se está analisando o objeto. Desta forma, referencial pode ser considerado o ponto inicial no qual o movimento do objeto será avaliado.

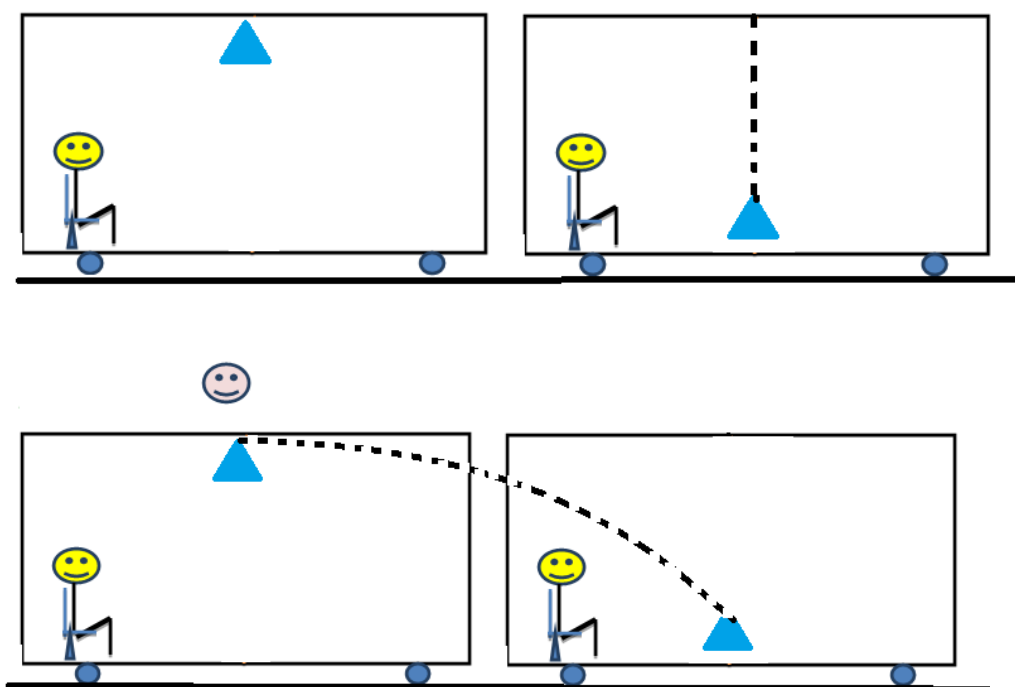
b. Sistema Internacional de unidades (SI): Visando a padronização das unidades de medida científicas, foi criado, em 1960, o Sistema Internacional de Unidades. AS unidades contemporâneas deste sistema tiveram sua gênese através da Conférence Générale des Poids et Mesures (CGPM), onde esta conferência 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 número 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 3: 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.

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

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

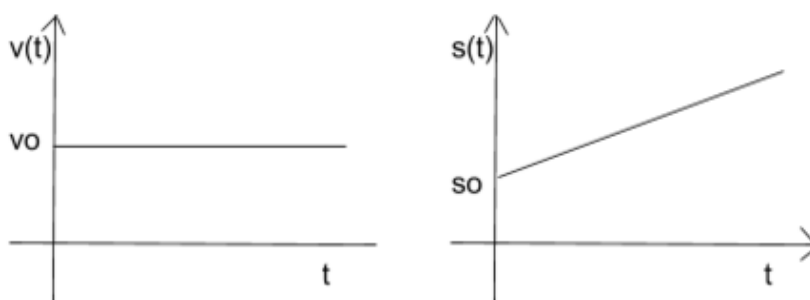
3.3.2 Movimento Uniforme (MU): São movimentos que apresentam aceleração nula e conseqüentemente possui velocidade constante. Neste movimento, a variação do espaço em relação ao tempo obedece a uma função de primeiro grau. Logo, ficam assim definidas:

Equação horária:

Velocidade $v = v_0 = \Delta s / \Delta t$

Posição: $s(t) = s_0 + v \cdot t$

Figura 4 – Gráficos do UM (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:

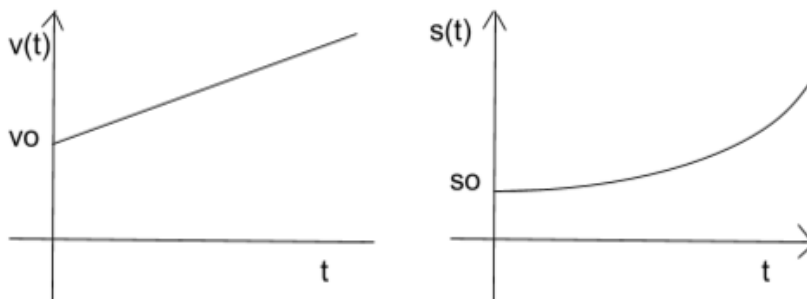
Equação horária:

Velocidade $v = v_0 + at$

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

$a = \Delta v / \Delta t$

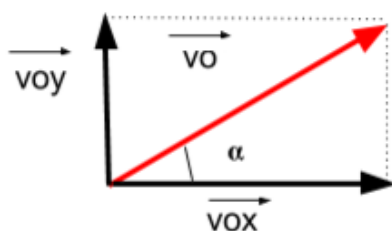
Figura 5 – Gráficos do MUV



2.2.4 O lançamento oblíquo: No caso de 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

Temos:

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

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

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:

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

$$v_{oy} = v_0.sena$$

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

2.3 – Uma breve história dos Foguetes²

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

²Informações retiradas do site da NASA (Aeronautics and Space Administration)

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.

3 PROCEDIMENTOS E APLICAÇÃO DO PROJETO

3.1 –Apresentação do Projeto

Um dos grandes desafios da atividade docente é a compreensão plena do papel do professor dentro de um contexto social mais abrangente. Para Demerval Saviani, pai da pedagogia histórico crítica, cabe à escola, através de seus professores, promover a libertação do indivíduo através da consciência de sua situação sócio cultural. Já para Contreras (Contreras 2002), o profissional da educação deve compreender sua prática como a síntese de três racionalidades distintas: a técnica, a prática e a crítica. O professor intelectual, ainda segundo Contreras, requer uma atitude crítica direcionada à solução de problemas, não se limitando somente a compreensão de circunstâncias, mas especialmente a desenvolver bases da prática social, propiciando ao discente capacidade de agir e pensar criticamente.

A falta da dimensão auto reflexiva da atividade docente se materializa como um grande desafio para boa parte dos professores, impossibilitando-os de conseguir despertar no aluno o interesse pela aprendizagem. O distanciamento adotado por parte de professores em relação à realidade social do aluno fomenta o questionamento retórico do “por que aprender”, limitando o interesse do aluno a apenas ao vestibular.

O novo paradigma social em que vivemos traz consigo uma acelerada mutabilidade, a inclusão digital como meta, a socialização da informação e a criação de uma “inteligência coletiva”. Segundo Pierre Lévy³ (Levy 2007), esta última deve ser estimulada uma vez que hoje o conhecimento humano esta disponível a todos e todos podem, de alguma forma, oferecer algum tipo de conhecimento. Ainda de acordo com Pierre Lévy, o ciberespaço propicia uma comunicação direta, coletiva, apoiada na interação. Esta interatividade já se materializa nas escolas, especialmente quando os alunos manifestam sua consciência crítica em relação às práticas tradicionais de sala de aula, muitas vezes na forma de indisciplina.

Os diversos recursos disponíveis atualmente possibilitam uma excepcional visualização de fenômenos, despertando simultaneamente diversos sentidos. No entanto, na contramão deste desenvolvimento encontra-se parte considerável de professores, ainda alheios aos recursos digitais disponíveis, seja pela dificuldade de aprimoramento ou mesmo por uma formação universitária defasada. Muitas vezes, os recursos computacionais são empregados de maneira limitada, resumindo-se a aulas tradicionais, pouco reflexivas, que apenas reproduzem aquilo que já está presente nos livros didáticos.

Perante o exposto, cresce a importância do trabalho do professor, não podendo se limitar apenas a apresentação de vídeos ou imagens a alunos, mantendo a estrutura tradicional, chamada por Piaget de “bancária”. Tem o dever de propiciar a seus discentes uma perspectiva crítica diante dos temas estudados, investigações, discussões, além de uma criteriosa seleção de

³ PHD em Ciência da Informação e Comunicação, Université de Grenoble

informações. Somente ensinando o aluno a questionar com sabedoria os conhecimentos colhidos, a se posicionar criticamente em relação às informações pesquisadas, conhecimento de tecnologias, meio ambiente, sustentabilidade, postura ética poderá conscientizar e formar o verdadeiro cidadão do século XXI.

O presente trabalho tem por finalidade sugerir uma sequência de atividades (algumas inéditas), visando tornar mais prazeroso o desenvolvimento de habilidades e competências relacionadas ao aprendizado de Física. Foca-se dentro de uma temática multidisciplinar envolvendo Filosofia, História, Geografia e Matemática visando fornecer maior subsídio aos discentes para desenvolver discussões que contemplem a importância da sustentabilidade, ética, real entendimento do fazer ciência e seu envolvimento sócio cultural e econômico, entre outros.

Dentro do ponto de vista pedagógico, o projeto contemplou atividades potencialmente significativas, visando relacionar os conceitos novos com os preexistentes no indivíduo, buscando a substantividade, conforme o que preconiza a aprendizagem significativa de Ausubel. Procurou sempre que possível estabelecer, conforme Vygotsky, a Zona de Desenvolvimento Proximal, prevalecendo o trabalho em grupo de modo cooperativo.

Visando o desenvolvimento crítico, o trabalho buscou fomentar ao indivíduo oportunidades de conflito cognitivo visando à adaptação, conforme a pedagogia de Piaget. Também procurou embasamento na prática docente reflexiva, reconhecendo a importância da escola na emancipação do sujeito. Desta forma, se faz necessário advertir que um olhar superficial sobre o trabalho pode levar o leitor ingênuo a uma visão minimalista, portanto, ressalta-se que **o conjunto de atividades prioriza possibilitar um salto cognitivo relacionado especialmente à aquisição de novos conceitos de maneira crítica e substantiva**. Portanto, por mais trivial que certa atividade possa parecer, recrudescer a precisa análise de sua relevância dentro da finalidade apresentada pelo projeto. Reitera-se que nem todas as atividades ora apresentadas são, de maneira vulgar, “a reinvenção da roda”, apesar de que, várias atividades são inovadoras.






Não menos importante, em outra temática deste artigo é a utilização das TIC (Tecnologia da Informação e Comunicação) para o aprendizado de Física através da análise de lançamento de projéteis e a utilização do software “Tracker”. Para tal, propõe-se o emprego de foguetes produzidos com garrafa “PET”⁴, propelidos a água e ar comprimido, aproximando os conteúdos a serem estudados da estrutura de conhecimento do discente, visando assim

⁴Politereftalato de etileno

estabelecer um vínculo entre os conceitos prévios e aqueles que se busca desenvolver.

A sequência abrange uma série de atividades paradidáticas que são implementadas em sete encontros. Estas atividades podem ser agrupadas em três conjuntos distintos: Epistemologia e História da Ciência e TIC's. O quadro abaixo sintetiza a divisão destas atividades, enfatizando os períodos previstos para cada trabalho. Em cada quadro temos um ícone de relógio que representa o tempo designado para cada atividade, de modo que um relógio inteiro corresponde a dois tempos de aula (100 minutos) enquanto meio relógio representa apenas um tempo de aula, facilitando a visualização do progresso da sequência:

Tabela 1 – Cronograma de atividades a serem desenvolvidas no produto educacional

Atividade	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6
Crença e Razão na construção de um modelo científico						
A corrida espacial						
Lançando foguetes de água						
Instrumentando o uso do Tracker: Analisando o movimento de projéteis						
Lançamento virtual de um projétil a partir do Tracker						

Objetivamente, o trabalho pretende propiciar ao indivíduo a aquisição de novas habilidades e competências de maneira substantiva, tornando-o mais preparado para o enfrentamento dos desafios que aparecerão ao longo de sua vida. Desta forma, o sujeito poderá alcançar um estado cognitivo mais desenvolvido, além da possibilidade de atingir uma nova visão de mundo, cerceada pelo ponto de vista crítico.

Todas as atividades sugeridas neste trabalho podem ser adaptadas visando um enfoque especial, seja por parte do professor ou exigência escolar. Não existe qualquer restrição de emprego do produto educacional quanto à idade ou série, uma vez que, independente do estágio cognitivo que se encontra o discente, é possível seu desenvolvimento. No entanto, acredita-se que discentes que cursam o ensino médio possivelmente terão melhor proveito da sequência de atividades, dada a associada maturação esperada para alunos deste ciclo.

Ao fim da aplicação do projeto espera-se que os discentes possam ter

desenvolvido diversas habilidades e competências previstas no PCN+ (Parâmetros Curriculares Nacionais – MEC), organizados na tabela abaixo:

Quadro 1 – Habilidades e Competências do PCN + (MEC, 2011)

Código	Competência	Habilidade
C1	Reconhecer e utilizar adequadamente, na forma oral e escrita, símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica;	Reconhecer e saber utilizar corretamente símbolos, códigos e nomenclaturas de grandezas da Física;
		Conhecer as unidades e as relações entre as unidades de uma mesma grandeza física para fazer traduções entre elas e utilizá-las adequadamente;
C2	Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas;	Ler e interpretar corretamente tabelas, gráficos, esquemas e diagramas apresentados em textos.
		Construir sentenças ou esquemas para a resolução de problemas;
C3	Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de ciência e tecnologia;	Ler e interpretar informações apresentadas em diferentes linguagens e representações (técnicas);
C4	Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas e correspondências;	Elaborar relatórios analíticos, apresentando e discutindo dados e resultados, seja de experimentos ou de avaliações críticas de situações, fazendo uso, sempre que necessário, da linguagem física apropriada;
		Compreender e emitir juízos próprios sobre notícias com temas relativos à ciência e tecnologia, veiculadas pelas diferentes mídias, de forma analítica e crítica, posicionando-se com argumentação clara;
C5	Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia;	Argumentar claramente sobre seus pontos de vista, apresentando razões e justificativas claras e consistentes;
		Frente a uma situação ou problema concreto, reconhecer a natureza dos fenômenos envolvidos, situando-os dentro do conjunto de fenômenos da Física e identificar as grandezas relevantes, em cada

		caso;
C6	Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la;	Reconhecer a relação entre diferentes grandezas, ou relações de causa-efeito, para ser capaz de estabelecer previsões
C7	Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações;	Identificar regularidades, associando fenômenos que ocorrem em situações semelhantes para utilizar as leis que expressam essas regularidades na análise e previsões de situações do dia-a-dia;
C8	identificar regularidades, invariantes e transformações;	Fazer uso de formas e instrumentos de medida apropriados para estabelecer comparações quantitativas;
C9	Selecionar e utilizar instrumentos de medição e de cálculo, representar dados e utilizar escalas, fazer estimativas, elaborar hipóteses e interpretar resultados;	Fazer estimativas de ordens de grandeza para poder fazer previsões
		Compreender a necessidade de fazer uso de escalas apropriadas para ser capaz de construir gráficos ou representações;
		Interpretar e fazer uso de modelos explicativos, reconhecendo suas condições de aplicação.
C10	Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos;	Elaborar modelos simplificados de determinadas situações, a partir dos quais seja possível levantar hipóteses e fazer previsões;
		Compreender a construção do conhecimento físico como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época;
C11	Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social;	Compreender o desenvolvimento histórico dos modelos físicos para dimensionar corretamente os modelos atuais, sem dogmatismo ou certezas definitivas;
		Compreender o desenvolvimento histórico da tecnologia, nos mais diversos campos, e suas consequências para o cotidiano e as relações sociais de cada época, identificando como seus avanços foram modificando as condições de vida e criando novas

		necessidades;
		Perceber o papel desempenhado pelo conhecimento físico no desenvolvimento da tecnologia e a complexa relação entre ciência e tecnologia ao longo da história
		Compreender a Física como parte integrante da cultura contemporânea, identificando sua presença em diferentes âmbitos e setores;
C12	Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea;	Compreender formas pelas quais a Física e a tecnologia influenciam nossa interpretação do mundo atual, condicionando formas de pensar e interagir;
		Compreender a responsabilidade social que decorre da aquisição de conhecimento;
C13	Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.	Reconhecer que, se de um lado a tecnologia melhora a qualidade de vida do homem, do outro ela pode trazer efeitos que precisam ser ponderados quanto a um posicionamento responsável;
		Reconhecer, em situações concretas, a relação entre Física e ética;
		Reconhecer que a utilização dos produtos da ciência e da tecnologia nem sempre é democrática, tomando consciência das desigualdades e da necessidade de soluções de baixo custo.

3. 2 – Montagem, objetivos e aplicação do projeto

Este tópico tem por finalidade apresentar um detalhamento a respeito da montagem das atividades, especificando materiais, softwares e demais procedimentos fundamentais para o desenvolvimento da sequência didática, incluindo detalhes sobre sua aplicação em turmas de 1º ano de ensino médio do Colégio Militar de Porto Alegre.

3. 2.1 Crença e razão na construção de um modelo científico

O senso comum e a crença habitam o pensamento humano desde os primórdios da civilização. A necessidade de se explicar a realidade ao redor fez com que o homem criasse mitos que justificassem os fenômenos que o cercavam. No entanto, se observou, inicialmente na Grécia antiga, uma

tentativa do homem 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.

Apresente 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. Também tem por objetivo mostrar 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.

Outro aspecto relevante é a abordagem epistemológica necessária para mostrar ao discente que a ciência faz parte da construção histórica, cultural e filosófica, de cunho humano, sendo um trabalho cooperativo.

Um dos principais pontos que se procura nesta atividade é enaltecer a importância da crítica ao senso comum e a reflexão sobre a difusão de concepções alternativas a respeito de diversos fenômenos físicos. Desta forma, é possível de maneira simples desenvolver as seguintes habilidades (presentes nos PCN+) relacionadas ao estudo do desenvolvimento científico. Ao fim da aplicação desta tríade de atividades, os discentes deverão ter desenvolvido as seguintes competências:

Popularmente, a atividade é conhecida como “A caixa preta”, de modo que deverá transcorrer da seguinte maneira: Um material desconhecido é colocado dentro de uma caixa lacrada e os discentes devem formular hipóteses sobre seu conteúdo. É permitida aos discentes a realização de medições, pesquisas em rede, devendo, ao final, apresentar um modelo que defenda suas colocações sobre o conteúdo secreto. Ao final, os modelos dos discentes serão confrontados e dentro de um processo de desconstrução será escolhido aquele que melhor representou seus conteúdos baseado nos argumentos apresentados.

Material necessário:

- Pote de sorvete semitransparente lacrado com fita isolante contendo algum material desconhecido (no caso foi utilizada areia)
- Materiais de medição (Utilizamos balança analógica de precisão, fitas métricas e termômetro infravermelho, apesar que o uso destes materiais é facultativo)
- Dispositivos para o acesso à internet

Figura 10– Materiais necessários para a montagem da atividade



Objetivos:

- Diferenciar o conhecimento científico da crença
- Motivar os discentes a formular hipóteses que justifiquem o fenômeno observado
- Destacar o caráter transitório e falseável da ciência
- Reconhecer o papel humano na construção dos modelos científicos

Uma vez separado este material, o professor primeiramente apresentará aos discentes o pote de sorvete, desafiando-os a teorizar sobre seu conteúdo, sendo vedada, para isto, a abertura deste. É autorizada a realização de qualquer medição utilizando o material disponível, bem como a pesquisa na internet de qualquer dado que julgar necessário para a resolução deste desafio. Com a finalidade de dinamizar o trabalho, aconselhamos que os discentes sejam organizados em grupos de até cinco alunos favorecendo o desenvolvimento de maneira colaborativa.

Ao final da atividade todos os grupos deverão ter uma teoria sobre o conteúdo do pote, embasada em argumentos justificáveis. Estas teorias serão confrontadas de modo a se identificar através dos argumentos usados o modelo que melhor justifica o conteúdo do pote. Nesta ocasião o professor deverá discutir com a turma aspectos relacionados à crença, pseudociência e ciência.

3. 2. 2 A corrida espacial

Visando motivar os discentes para as atividades relacionadas ao lançamento e análise da trajetória de foguetes de água, esta atividade foi planejada baseada na história do desenvolvimento dos foguetes enquanto dispositivos de exploração espacial. Esta atividade, além de motivadora, empreendeu abordar aspectos que relacionem o desenvolvimento da ciência à formação da sociedade moderna e seu desenvolvimento tecnológico. Assim, torna-se possível trabalhar a multidisciplinaridade e fomentar o caráter humano do desenvolvimento da ciência considerando aspectos históricos sobre o lançamento de foguetes e sua influência no desenvolvimento de tecnologias que fazem parte do dia a dia do homem contemporâneo.

É importante salientar que estes temas passaram a fazer parte do conjunto de preocupações na elaboração do currículo a partir de um documento da UNESCO

intitulado “*A Ciência para o século XXI: uma nova visão e uma Base de Ação*”(1999), onde discute a necessidade de uma abordagem histórica, social e cultural da atividade científica, visando sua compreensão como uma construção humana.

Com este intuito, foi elaborada uma apresentação através de um programa chamado “Prezi” (recurso que permite a hospedagem na internet de apresentações de slides sobre algum tema) que conta a história do desenvolvimento dos foguetes, disponibilizada no seguinte endereço:

https://prezi.com/9lw3jju5jta3/present/?auth_key=d55b5n3&follow=vbwtsdbfh9kg&kw=present-9lw3jju5jta3&rc=ref-87526740

Esta apresentação foi elaborada tendo como referência as informações disponibilizadas no site da Nasa (<http://www.nasa.gov>, acessado em março de 2015), bem como a série “From the Earth to the Moon” (Tom Hanks, Ron Howard, Brian Grazer e Michael Bostick, 1998) e o livro “A Conquista do Espaço, do Sputnik à Missão Centenário” (Othon Cabo Winter, Agência Espacial Brasileira, 2007).

A versatilidade do aplicativo “Prezi” permite que os discentes assistam à apresentação através de um projetor ligado a um computador com conexão a internet ou mesmo através de dispositivos menores, como celulares ou tablets, através de conexão remota ou mesmo links colocados em redes sociais.

Após os discentes assistirem à apresentação, foi entregue um texto de apoio “Ciência, tecnologia e inovação pra quê?” de Demétrio Gasparine de Toledo, seguida de uma proposta de elaboração de dissertação com o tema: “A importância da valorização do conhecimento científico no Brasil da atualidade”.

Objetivos:

- Despertar o interesse pelo desenvolvimento da ciência
- Contextualizar assuntos relacionados ao movimento de projéteis
- Entender a influência da ciência na construção da sociedade moderna
- Perceber o caráter histórico do desenvolvimento científico
- Relacionar a evolução do desenvolvimento científico com a produção tecnológica e a influência exercida por países que controlam determinada tecnologia

3.2.3 Lançando foguetes de água

Como vimos no início desta dissertação vivemos uma forte mudança de paradigma, que é a inclusão digital. Esta transformação está permitindo que as

informações se multipliquem de maneira exponencial mudando drasticamente todos os setores da sociedade, denominada “Sociedade da Informação”.

Segundo Pierre Levy, o ciberespaço é repleto de representações de saberes individuais e coletivos onde estão presentes os anseios da sociedade. Sendo a escola uma instituição voltada para atender esta sociedade, tem por obrigação se atualizar para atender a esta demanda. Para tanto, é fundamental a inserção das Tecnologias da Informação e da Comunicação visando uma melhor contextualização com os saberes dos indivíduos, recuperando assim a credibilidade da escola.

Quando se raciocina a escola com a aprendizagem, Ausubel (1968) cita 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 este pedagogo, a aprendizagem significativa necessita de duas condições essenciais: A vontade de aprender do aluno e o conteúdo do que se ensina fazer sentido.

Para atender as necessidades citadas, o presente trabalho propõe o lançamento e estudo cinemático do movimento de projéteis, possibilitando um leque enorme de atividades multidisciplinares, em especial com a matemática, através do estudo de funções. Não menos importante, o assunto pode facilmente ser contextualizado com a realidade do discente. Pretende-se com estas atividades revisar o Movimento Retilíneo Uniforme e o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado, aglutinando-os no estudo do movimento de foguetes de água. Para tanto, precisaremos confeccionar tanto a base de lançamento quanto os foguetes de garrafa pet.

Montagem da Base de lançamento de foguetes:

Material necessário:

- 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;
- 05 (cinco) entroncamentos de pvc tipo “T” com 20mm de diâmetro, marrom, rosqueável;
- 01 (um) bujão masculino de vedação para cano de 20mm de diâmetro;
- Um registro de pvc esfera borboleta rosqueável;
- Uma válvula de encher pneu de bicicleta atarraxável;
- 08 (oito) Abraçadeiras de nylon de 3.6mm;

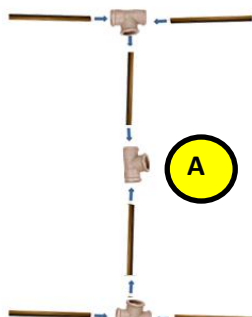
- Uma abraçadeira de metal de abertura limite de 1 (uma) polegada;
- Um rolo de 3m de fita isolante;
- Um rolo de 3m de fita veda rosca;
- Um cordel ou barbante;
- Um tubo de cola plástica de vedação;
- Uma câmara de bicicleta (não precisa ser nova);

Figura 11 – Materiais necessários para a montagem da base de lançamento de foguetes pet :



1 - Alicerce da base: Primeiramente conectamos os canos de modo que se forme um “H”, conforme a figura abaixo. Para a conexão utilize os encanamentos tipo “Tês” de rosca interna, sempre colocando a cola plástica de vedação, conforme a figura abaixo:

Figura 12 – Montagem do alicerce da base de lançamento:



2 - Tubo disparador: utilizamos uma 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 13 – montagem do tubo disparador:



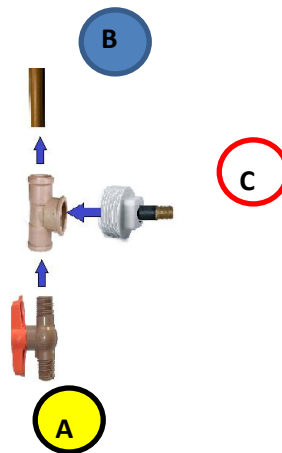
3 - Tomada de ar: utilizando um prego aquecido, fizemos um orifício no “cap” e acoplamos o bico de encher pneu de bicicleta. Através deste dispositivo é que será aumentada a pressão interna da garrafa base através da bomba de encher pneus de bicicleta. Ao colocá-la, utilizamos a borracha da câmara para vedar o sistema e colocamos a porca de fixação do bico. A figura a seguir ilustra esta montagem:

Figura 14 – montagem do bico de ar na base de lançamento:



4 - Fundindo as partes: colocamos o bico de ar acoplado na parte central do “Te”. Nas outras extremidades acoplamos o cano de lançamento (com as abraçadeiras fixadas) e o registro “esfera”. O registro foi acoplado à base “H” montada previamente. A figura abaixo mostra esta sequência:

Figura 16 - Acoplamento do registro, bico de ar e tubo disparador à base de lançamento:



5 - Confeccionando a “luva gatilho”: dois furos foram feitos na luva de pvc, diametralmente opostos, nos quais foi amarrada uma corda de barbante de pelo menos 3m. Esta luva é a responsável pelo sistema de gatilho do foguete. A figura abaixo demonstra esta montagem:

Figura 16 – Gatilho de lançamento:



6 - Suporte do foguete à base: com a fita isolante, a ponta do cano no qual o foguete será acoplado foi revestida de modo gradativo. Este revestimento apresenta aproximadamente 2cm de largura, 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 de fita isolante, foi acrescentada também uma camada de fita veda rosca obedecendo ao mesmo procedimento utilizado para colocar a fita isolante.

Figura 17 – Vedação do tubo disparador:



Medidas de segurança:

Para o lançamento dos foguetes, foram tomadas as seguintes precauções de segurança:

- Todos os alunos ficaram pelo menos a 4m da base de lançamento, posicionados em uma área oposta à direção que o foguete foi lançado;
- Estacas fixaram a base ao chão;
- Foi utilizado um longo barbante para acionar o dispositivo;
- O local provável que o foguete iria atingir foi isolado, visando impedir danos pessoais ou materiais;
- Foi efetuado balizamento da área de lançamento a fim de evitar acidentes.

Após confeccionarmos a base de lançamento, os alunos foram divididos em grupos de cinco membros e montaram seus foguetes de garrafa pet, da seguinte forma:

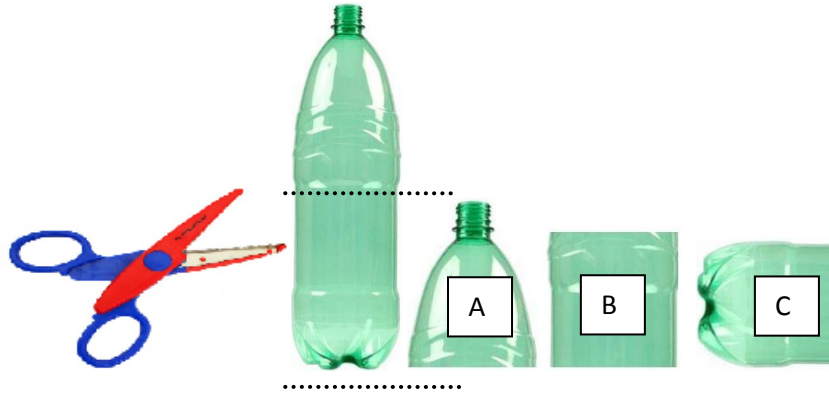
Montagem do foguete de garrafa pet:

Material utilizado:

- (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) Uma das garrafas pet foi escolhida para ser a “garrafa base”. Sobre esta todo o aparato foi montado.
 - 2) Usando uma tesoura, duas secções foram feitas sobre uma das garrafas pet dividindo-a em três partes com aproximadamente o mesmo tamanho, tal qual a figura abaixo:

Figura 18 – Recortes de garrafa pet para confecção de um foguete propulsado à água:



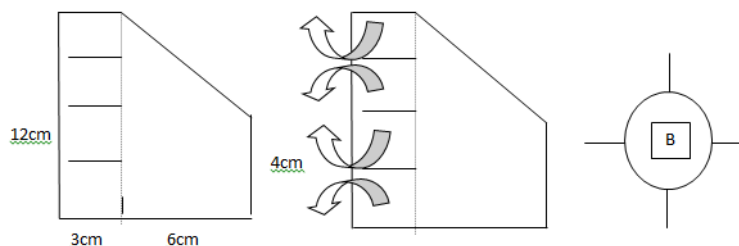
- 3) As partes recortadas foram montada se coladas sobre a “garrafa base”, de modo que a parte “A” foi colada na parte traseira e a parte “B” colada sobre o bico desta, como pode-se observar na figura abaixo:

Figura 19 – Montagem dos recortes de garrafa pet na (garrafa base):



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

Figura 20 – Dimensões, confecção e fixação das aletas do foguete de garrafa pet:



- 5) Para finalizar a montagem foi introduzido um balão de borracha (tipo de aniversário) contendo aproximadamente 80g de areia que foi fixado junto à ponta do foguete utilizando a tampa da garrafa pet, visando proporcionar maior equilíbrio dinâmico ao dispositivo.

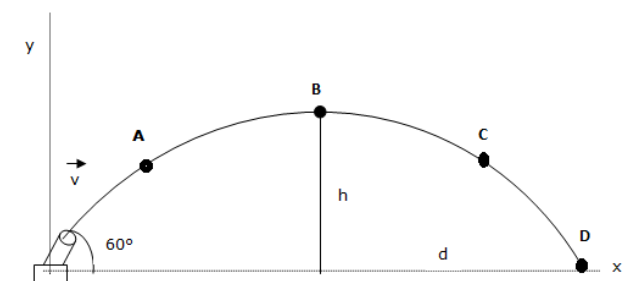
Figura 21 – Bico do foguete com balão contendo areia para estabilizar o dispositivo:



Para o lançamento, cada foguete teve sua garrafa base preenchida com água até 1/3 de seu volume máximo. Em seguida, o dispositivo foi colocado sobre o tubo de lançamento, sendo necessário que a garrafa base fosse devidamente alocada evitando que derramasse a água que foi adicionada. Para esta fixação, foi necessário afastar as abraçadeiras de plástico. Em seguida, através da luva de pvc o gargalo da garrafa base ficou travado pelas abraçadeiras plásticas. Quando autorizado, foi introduzida a bomba de encher pneus de bicicleta, elevando a pressão interna da garrafa base. Para o lançamento bastou puxar o barbante fixo sobre a luva plástica, liberando as abraçadeiras plásticas e, de forma contígua, o foguete de garrafa pet. Como a pressão interna do aparato é bem maior que a externa, o mesmo expulsou a água de seu interior de modo que o projétil foi propelido.

Cada grupo de lançamento foi organizado com cinco alunos, que, no momento do lançamento, preencheram uma tabela marcando o ângulo de lançamento. Após, os foguetes foram lançados de modo que os discentes cronometraram o tempo que o dispositivo permaneceu no ar. Os lançamentos foram filmados a partir de um ponto perpendicular ao plano descrito pela trajetória do projétil para o desenvolvimento de atividades futuras. A figura abaixo retrata esta filmagem:

Figura 22 – Trajetória do foguete de garrafa pet visualizada a partir do ponto de filmagem:



Após o lançamento e de posse das anotações adquiridas no experimento, os discentes foram conduzidos à sala de aula para determinar a altura máxima e o alcance do projétil de acordo com as funções do Movimento Uniforme e Movimento Uniformemente Variado.

Objetivos:

- Desenvolver tópicos relacionados à Cinemática, especificamente ao Movimento Uniforme e Movimento Uniformemente Variado;
- Ratificar a aprendizagem de lançamento oblíquo de maneira lúdica e contextualizada;
- Ratificar conceitos matemáticos relacionados ao estudo de funções quadráticas
- Trabalhar de maneira cooperativa visando alcançar o desafio proposto, que é a determinação do alcance do projétil;
- Investigar o fenômeno observado utilizando conhecimento científico prévio.

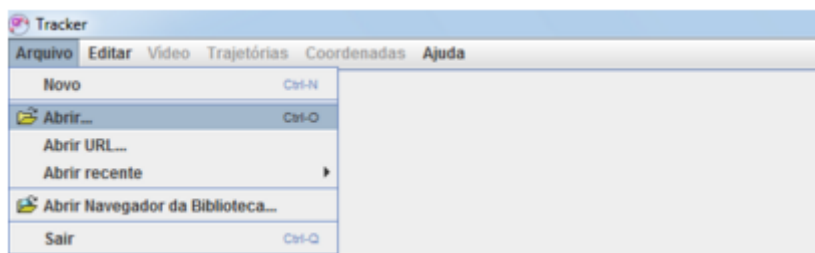
3.2. 4 Instrumentando o uso do Tracker

Esta atividade é uma continuação da desenvolvida na secção anterior, onde propomos a análise cinemática do lançamento de foguetes utilizando o computador, especificamente o programa “Tracker”. Este software foi desenvolvido pela Open Source Physics, em 2011, visando disponibilizar uma ferramenta de vídeo eficiente para desenvolver experimentos em Física para alunos de ensino médio e superior. Este programa esta disponível para download gratuito no seguinte link (<http://physlets.org/tracker/>).

Após seguir todos os passos da instalação, colocamos nos computadores os vídeos gravados dos lançamentos realizados na atividade anterior. Para sua correta abertura e aplicação foi necessária a utilização do formato de vídeo (mov), próprio para a utilização do reprodutor de vídeos (Quick Time), comumente utilizado pelos usuários de equipamentos produzidos pela Apple (popular empresa de produtos eletrônicos).

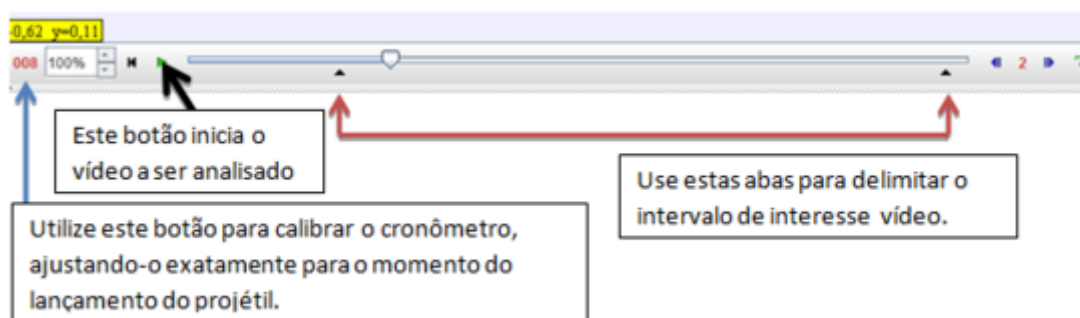
O objetivo geral desta atividade era que os discentes determinassem a altura máxima e o alcance do projétil lançado na atividade anterior utilizando o vídeo gravado. Primeiramente os alunos abriram o aplicativo já instalado e localizaram seus lançamentos:

Figura 23 – Abertura do vídeo a ser analisado no programa (Tracker):



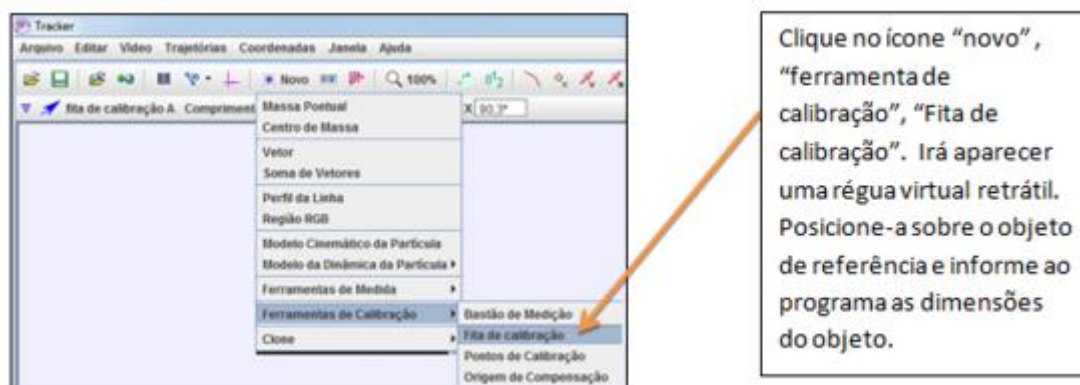
Aberto o vídeo do lançamento, os discentes selecionaram a área de interesse (que é do momento em que o foguete abandona a base de lançamento até o instante em que atinge o chão) agindo em duas abas disponíveis na parte mais baixa da tela. Também neste momento deve ser ajustado o tempo de vídeo agindo no visor disponível na parte inferior do programa, reiniciando sua contagem (de modo que esta será a medida do tempo de voo do foguete). A figura abaixo demonstra como se realiza este processo:

Figura 24 – Separando a região de interesse do vídeo a ser analisado agindo nas abas disponíveis na parte mais baixa da tela:



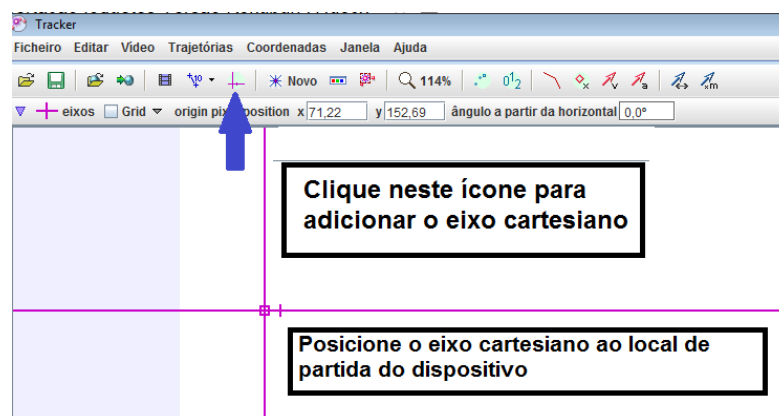
Separada a área de interesse, calibramos a escala do vídeo. Para isto, selecionamos dentro da filmagem um objeto que conhecíamos as dimensões para servir de parâmetro para o programa. Em seguida, procuramos o ícone “novo” e, a partir deste, “ferramenta de calibração”. Ao clicarmos neste ícone, apareceu na tela uma régua virtual, que posicionamos sobre um objeto do vídeo que conhecíamos a altura, marcando suas extremidades e indicando seu tamanho em escala real (no caso foi utilizado como parâmetro um dos alunos que participou da atividade). A figura abaixo mostra detalhes sobre a seleção destes ícones:

Figura 25 – Calibrando o Tracker com um objeto de referência:



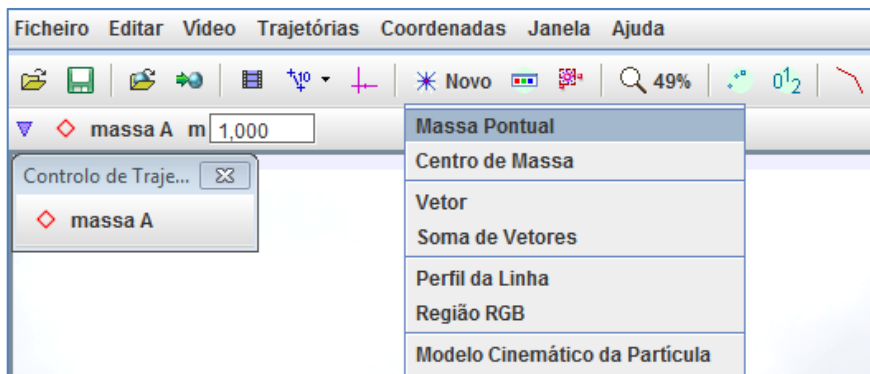
Após a calibragem, adicionamos ao vídeo um eixo ortogonal. Posicionamos o referencial exatamente sobre a posição de saída do projétil.

Figura 26 – Colocação do eixo cartesiano:



Tendo sido colocado do eixo cartesiano, marcamos as posições que o foguete ocupou através da criação de um “ponto de massa”. Para isto agimos no ícone “novo” e em seguida “massa pontual”. Um ícone indicando “massa A” foi criado.

Figura 27 – Construção de um (ponto de massa):



Para capturar os pontos que o foguete ocupa clicamos sobre o ícone criado no item anterior e segurando a tecla “Ctrl” clicamos sobre o foguete no vídeo (posicionando o mouse sobre o móvel). Automaticamente, o programa informou a captura da posição do projétil e iniciou a plotagem do ponto em um gráfico de posição em função do tempo.

Figura 28 – Capturando posições do projétil:



Tendo capturado diversas posições do projétil, o programa deixou disponível o gráfico da posição em função do tempo tanto para distância percorrida (eixo x), quanto à altura (eixo y). De posse destes gráficos, os alunos confrontaram os dados colhidos na atividade anterior (medidas de tempo de voo do foguete, altura e distância percorrida) com os observados nos gráficos. Ao final da atividade salvamos o trabalho para que pudesse ser utilizado na próxima atividade, que é a construção de um modelo cinemático de partícula.

Objetivos:

- Utilizar o computador como uma ferramenta de análise científica;
- Confrontar as previsões calculadas com os dados obtidos a partir da análise dos dados;
- Desenvolver habilidades relacionadas ao domínio de tecnologias computacionais;

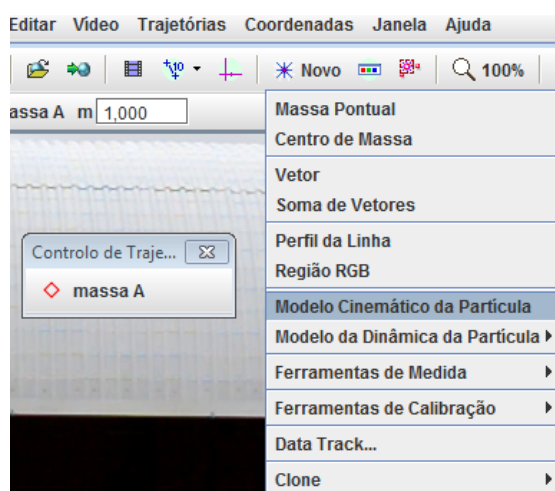
- Ratificar conceitos das disciplinas de Física e Matemática relacionadas à Cinemática e Funções;
- Introduzir o computador como uma ferramenta de análise científica,

3.2.5 Instrumentando o uso do Tracker

Esta atividade é uma continuação da desenvolvida na secção anterior, onde foi realizada a análise cinemática do lançamento de foguetes utilizando o programa “Tracker”. Para esta atividade, propomos a construção de um modelo virtual de partícula que simulasse o movimento do foguete de garrada pet lançado anteriormente. Esta simulação tem por finalidade mostrar a diferença entre as previsões teóricas estudadas em sala pelas funções da cinemática com o movimento do objeto real, possibilitando um levantamento de hipóteses referente a qualquer discrepância encontrada.

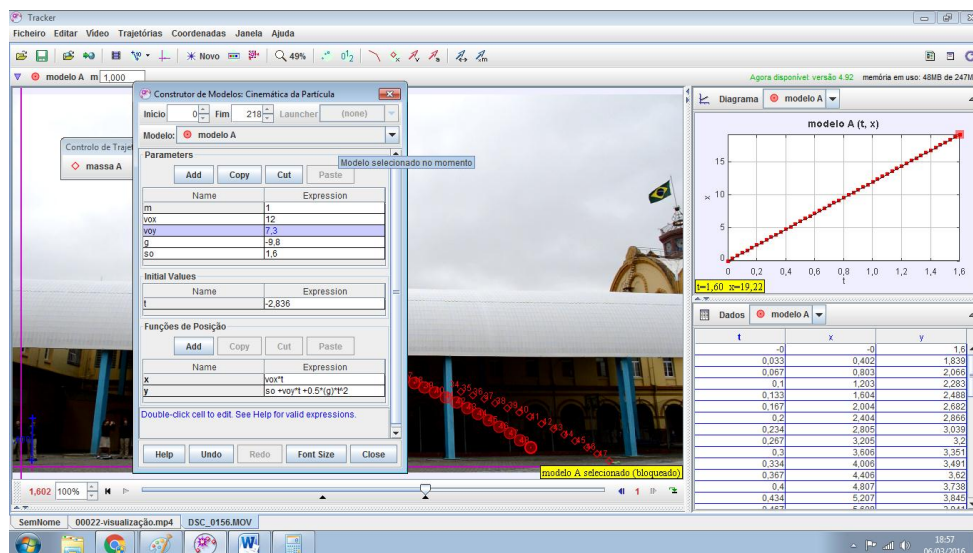
Primeiramente abrimos o trabalho realizado na atividade anterior. Em seguida, clicamos no ícone “novo”, posteriormente em “modelo cinemático da Partícula”:

Figura 29 – Criando um Modelo Cinemático da Partícula:



Em seguida, adicionamos os parâmetros considerados relevantes para o movimento do projétil, tanto na dimensão horizontal quanto a vertical. Logo, adicionamos os parâmetros v_{0x} (velocidade inicial horizontal), v_{0y} (velocidade inicial vertical), g (aceleração gravitacional). Logo abaixo da janela de adição de parâmetros, inserimos as funções cinemáticas relacionadas a cada movimento, criando um modelo do lançamento da partícula. Ao reiniciarmos o vídeo, os alunos puderam perceber o movimento tanto do objeto quanto do modelo criado, abrindo-se então a discussão a respeito do movimento de ambos:

Figura 30 – Criando um modelo cinemático de Partícula:



Objetivos:

- Desenvolver habilidades relacionadas ao domínio de tecnologias computacionais;
- Ratificar conceitos das disciplinas de Física e Matemática relacionadas à Cinemática e Funções;
- Promover uma discussão crítica sobre a validade dos modelos científicos e a necessidade de se prosseguir no desenvolvimento da ciência.

4 – Análise do Projeto e seus Resultados

Este tópico visa explicitar as considerações adotadas para analisar o desenvolvimento das atividades planejadas pelo presente produto educacional. O método geral adotado foi a de pesquisa qualitativa, uma vez que a proposta do trabalho não se limita necessariamente à apresentação de resultados na forma de número de exercícios resolvidos sobre o assunto, ou a simples aquisição pontual de alguma habilidade. O foco principal desta análise é tentar dimensionar o impacto cognitivo e ideológico que as atividades atingiram. Desta forma, os resultados desta pesquisa visam produzir aspectos figurativos capazes de produzir novas informações. Segundo Minayo,⁵ a pesquisa social pode ser entendida como vários tipos de investigação que tratam do ser humano em sociedade, suas relações e instituições, história e de sua produção simbólica. Sendo assim, o objetivo geral da pesquisa é procurar entender a contribuição de cada atividade na compreensão do fenômeno e principalmente no potencial social deste trabalho. Boa parte das competências propostas nas atividades deste produto é de cunho histórico-crítico, social e ético, propondo substancialmente uma mudança de visão de mundo. Também se busca verificar a capacidade das atividades desenvolvidas motivar os discentes a aprender Física, especialmente através da utilização de TIC's.

4.1 Objetivos da análise do projeto:

Objetivo Geral:

- Entender a contribuição que cada atividade proposta neste produto educacional proporcionou de fato ao discente.

Objetivos específicos:

- Compreender o impacto cognitivo das atividades enquanto ferramenta para desenvolver habilidades e competências;
- Verificar a capacidade de motivar os discentes através das atividades propostas visando tornar a aprendizagem mais prazerosa.

4.2 Definição da amostra:

Amostra 1: Conjunto de 30 (trinta) alunos com idades entre 14 e 18 anos, estudantes do 1º ano do ensino médio, que não realizaram qualquer uma das atividades propostas neste produto.

Amostra 2: Conjunto de 30 (trinta) alunos com idades entre 14 e 18 anos, estudantes do 1º ano do ensino médio, que participaram de todas as atividades propostas neste

⁵⁵ Maria Cecília de Souza Minayo, pesquisadora social

produto.

Amostra 3: Consideramos as opiniões levantadas pelos professores que participaram diretamente da atividade listando suas impressões e considerações a respeito de oportunidades de melhoria. No caso, participaram da pesquisa professores de física, matemática e filosofia, totalizando 06 (seis) profissionais (03 professores de física, 02 de matemática e 01 de filosofia).

Metodologia:

Primeiramente os discentes responderam questionamentos prévios a respeito das habilidades que se visava desenvolver. Em seguida, após a aplicação do roteiro de atividades, as perguntas eram refeitas. As respostas foram organizadas em tabelas e gráficos de modo a facilitar a verificação das concepções dos discentes antes e depois da aplicação do produto.

Algumas atividades consideraram as respostas a questionamentos específicos dos professores participantes, especialmente sobre aspectos relacionados à multidisciplinaridade ou mesmo interdisciplinaridade.

Salientamos que todos os levantamentos e análises apresentados neste trabalho configuram uma caracterização geral de tendências observadas, carecendo, à *posteriori*, serem aprofundadas em novos estudos, alicerçadas em distinta perspectiva.

4. 3 Apresentação dos dados:

As atividades foram analisadas de maneira conjunta, em três vertentes distintas: Atividades de cunho de divulgação científica e relação epistemológica, atividades de Tecnologias da Informação e comunicação integradas ao ensino de física e, por último, atividade relacionada à Ética no desenvolvimento da ciência.

a) Atividades de divulgação científica e relação epistemológica:

Antes da aplicação desta tríade de atividades, uma pequena amostra de discentes (cerca de 30 alunos) foi entrevistada para sondagem de conhecimentos prévios da amostra 1 de modo que foi entregue aos discentes um questionário com diversas perguntas relacionadas às habilidades e competências que visávamos desenvolver. Não houve qualquer limite de palavras ou sugestão de termos, sendo a questão completamente aberta. Constam nas tabelas abaixo algumas das perguntas e respostas mais citadas pelos discentes para cada questionamento:

1. Quais são as suas expectativas em relação à disciplina de Física?

Tabela 2 – Respostas:

N°	Respostas	Frequência
----	-----------	------------

01	Deseja que seja simples, fácil;	01
02	Medo que seja difícil;	11
03	Gostaria de aprender coisas novas;	13
04	Gosta da matéria e acredita que não terá dificuldades;	02
05	Pretende realizar práticas no Laboratório.	06

Estes números mostram claramente o receio dos discentes em relação à possibilidade do fracasso escolar. Para esta amostra, apenas em nove ocasiões os discentes revelaram palavras relacionadas a impressões positivas ou possibilidades de trabalho enquanto em 24 (vinte e quatro) revelaram “medo” da dificuldade da disciplina.

2. O que é Física e qual sua área de atuação ou interesse?

Tabela 2 – Respostas:

Nº	Resposta	Frequência
01	Ciência que estuda os Fenômenos da Natureza;	09
02	Estudo matemático da natureza;	12
03	Estudo concreto, imutável e inquestionável;	07
04	Conjunto de teorias;	05
05	Ciência que estuda o movimento de corpos;	07
06	Ciência que estuda energia.	03

Percebemos neste questionamento que os discentes associam a Física como um estudo matemático da natureza, tratando-se de um conhecimento concreto e imutável. Outra associação que podemos observar é a associação direta a algum assunto já estudado nas primeiras aulas da disciplina, fato observado quando o aluno cita a ciência que estuda energia ou a ciência que estuda movimento de corpos.

Após a aplicação de uma atividade denominada “Crença e razão na construção de um modelo científico”, outro conjunto de 33 discentes apresentaram as seguintes respostas a respeito do que acreditam ser Física.

O que é Física e qual sua área de atuação ou interesse?

Tabela 4 – Respostas:

Nº	Resposta	Frequência
01	Ciência que formula teorias sobre fenômenos da natureza;	05
02	Conhecimento gerado a partir do questionamento do senso comum;	06
03	Ciência que formula teorias baseadas na observação e experimentação;	07

04	Conjunto de teorias não definitivas sobre a natureza;	06
05	Ciência que estuda o movimento de corpos.	02

Pôde-se perceber que a atividade foi profícua, favorecendo o entendimento da ciência dentro de um caráter transitório, diferente das respostas apresentadas pelos discentes que não realizaram a atividade.

De acordo com o depoimento dos professores que participaram da atividade, pudemos levantar as seguintes considerações:

- Possibilidade de diferenciar conhecimento científico de crença e ou pseudociência;
- Foi possível enfatizar o caráter transitório e falseável da ciência;
- Os discentes procuraram argumentos científicos para defender os seus modelos.
- As crenças foram refutadas com simples argumentos, e os discentes ficaram inquietos com a possibilidade de ver as suas hipóteses descartadas.

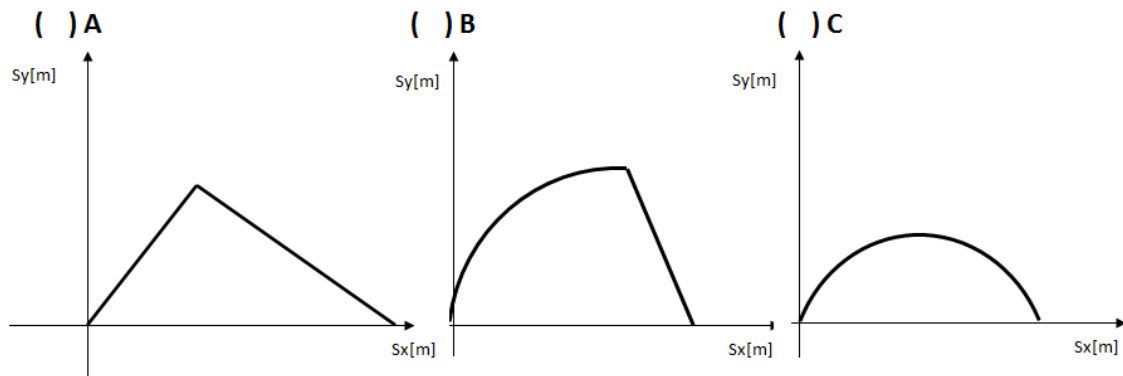
Atividades relacionadas ao emprego das TIC's

(Tecnologia da Informação e Comunicação)

Foram desenvolvidas três atividades relacionadas ao emprego de TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação). O lançamento e respectiva filmagem de foguetes de garrafa pet, a análise de vídeo através do programa Tracker e, por último, a criação de um objeto virtual através do mesmo programa.

Inicialmente foram realizados questionamentos prévios sobre o movimento provável do projétil. Nesta ocasião pudemos verificar alguns erros conceituais, confirmando que, apesar das aulas ministradas, as concepções alternativas dos discentes não foram elucidadas. Primeiramente solicitamos aos alunos da amostra 1 que indicassem qual das trajetórias abaixo corresponde ao provável movimento do foguete:

Figura 35 – Provável trajetória a ser descrita pelo foguete de garrafa Pet.:

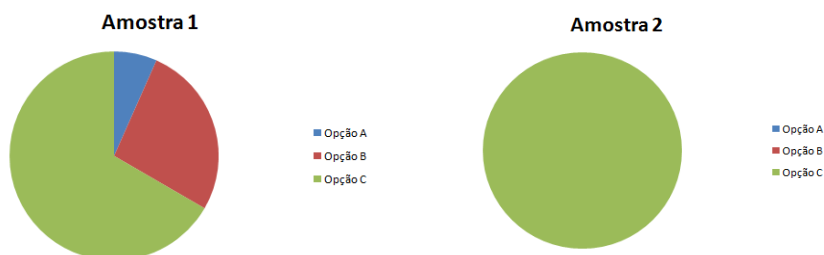


Para esta pergunta, 66% dos discentes optaram pela letra C, o que corresponde a um percentual baixo, considerando que os mesmos já haviam estudado algumas características do lançamento oblíquo, demonstrando que vários alunos não conseguiram se apropriar dos conhecimentos ou mesmo não conseguiram associar o conhecimento adquirido com o fenômeno observado, demonstrando que a aprendizagem não foi significativa.

A mesma pergunta foi realizada para os alunos da amostra 2 (discentes que participaram da atividade de lançamento e análise gráfica) de modo que todos conseguiram associar a trajetória do foguete à opção “C”, baseado na visualização experimental, atingindo 100% de acerto.

Graficamente temos:

Figura 35 – Respostas apresentadas sobre conhecimentos a respeito da trajetória do projétil a ser lançado:



Outra pergunta realizada aos discentes foi que associasse em qual instante da trajetória a água pararia de sair. Para esta pergunta, 83% dos alunos da amostra 1 assinalaram que a água pararia de sair do dispositivo no topo da trajetória, associando o movimento do foguete à saída de água do mesmo. Para a amostra 2 obtivemos os mesmos números, o que demonstrou que a atividade de análise não foi suficiente para a visualização da conservação do momento do foguete. Aproveitando esta concepção alternativa, colocamos, na atividade de construção de um modelo virtual o vídeo do lançamento com a visualização aumentada e em câmera lenta, o que pode mostrar aos discentes que a água saía toda do dispositivo em menos de 0,2s. Boa parte dos

discentes ficou inquieta com o resultado, de modo que aproveitamos a oportunidade para fazer uma breve explicação sobre a conservação do momento.

Sobre esta atividade os professores (amostra 3) realizaram as seguintes observações:

- É necessário dispor de tempo para a montagem da base de lançamento que apesar de parecer complexa, a montagem é simples e a maioria dos itens são de baixo custo;
- A atividade deve se desenvolver com especial atenção às medidas de segurança com a finalidade de evitar qualquer acidente;
- Durante o lançamento é aconselhável dispor de uma pequena equipe de segurança (mesmo que seja composta somente de alunos) de modo que auxilie no isolamento da área provável de queda do projétil;
- Uma atenção especial deve ser dada quanto à fixação no solo da base de lançamento do foguete;
- De maneira geral a atividade é potencialmente significativa, possibilitando uma adequada contextualização com a Física, com tópicos relacionados à cinemática, bem como a Matemática, especificamente às funções de 1º e 2º grau e também à geometria;
- A atividade consegue contextualizar perfeitamente os tópicos propostos especialmente com a Física e a Matemática, explorando pontos comuns às duas disciplinas;
- A atividade transcorre de maneira colaborativa, possibilitando o compartilhamento de saberes;
- A ludicidade esteve presente durante toda a atividade, conseguindo motivar os discentes.

6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho procurou analisar a sequência de atividades de caráter multidisciplinar proposta através do produto educacional “ENSINANDO FÍSICA COM FOGUETES DE ÁGUA E UTILIZANDO TICS DENTRO DE UMA PROPOSTA MULTIDISCIPLINAR” tendo como foco o ensino de Física. Procurou de maneira lúdica promover discussões epistemológicas visando enfatizar o caráter humano e filosófico da produção científica.

Não obstante, a proposta também procurou contemplar a situação histórica e sua importante influência na formação da sociedade no decorrer da corrida espacial, quando duas potências mundiais disputavam a supremacia ideológica e científica.

Dentro das habilidades e competências próprias da aprendizagem da disciplina de Física, utilizou como ponto de ancoragem o lançamento de foguetes confeccionados com garrafa “pet” propelidos a água e ar comprimido, criando um ambiente frutífero de discussões, motivando os discentes a querer aprender. Nesta oportunidade foram trabalhados importantes tópicos presentes no Ensino médio a respeito de Cinemática e o estudo de Funções, pertencentes às disciplinas de Física e Matemática, respectivamente.

No âmbito das Tecnologias da Informação, trouxe o aplicativo de plataforma de dados livre “Tracker” como uma poderosa ferramenta de análise de dados e uma possibilidade de, com poucos recursos, improvisar um Laboratório Didático. Além de medidas, o programa ainda possibilita a criação de modelos virtuais, facilitando a interpretação dos fenômenos estudados.

A respeito do suporte pedagógico, os princípios de David Ausubel e Lev Vygotsky, aliados a pedagogia de Jean Piaget, se encaixam perfeitamente a proposta, sempre primando pela cooperação, a aprendizagem significativa, em consonância com um pensamento crítico dialético sobre a Educação.

O contexto apresentado pelo trabalho justifica integralmente os objetivos propostos pelo produto, estando em consonância com as discussões presentes tanto nos Parâmetros Curriculares Nacionais quanto nas observações realizadas por importantes órgãos de pesquisa em ensino.

De forma geral o produto atinge os objetivos propostos, possibilitando

ajustada contextualização, caráter potencialmente significativo e lúdico, além de promover a reflexão da importância do fazer ciência e suas implicações. No entanto, sua implementação requer laboriosa preparação no tocante a construção da base de lançamento de projéteis, instalação do aplicativo “Tracker”, atenção às medidas de segurança essenciais para a prevenção de acidentes que possam acarretar danos pessoais ou materiais e filmagem dos lançamentos para a continuidade das ações.

Quanto à necessidade de recursos para a montagem dos artefatos, a atividade se mostrou ainda mais eficiente, uma vez que seu custo é irrisório, constando apenas de encanamentos de baixo custo, sendo o equipamento mais oneroso a bomba de ar acompanhada de manômetro.

Por fim, verificou-se a necessidade de transformar o produto educacional (que é uma sequência didática disposta na forma de apostila) em hipermídia digital, facilitando não só sua divulgação quanto também a adaptação, correção ou adequação dos roteiros propostos, o que se fará oportunamente.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

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=snef&cod=_utilizacaodemateriaisalt> 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%84SICOS-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/apsigsubport.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

Ministério da Educação – Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec), - orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias (PCN+) – Brasília – 2011, disponível em <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>, acesso em 12 de março de 2014.

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

UIT – ONU - BRASIL, União Internacional de Telecomunicações. Números da inclusão digital no Brasil e

no mundo; disponível em <<http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/mis2013.aspx>>, acessado em 14/02/2015

DEPA, Departamento de Ensino Preparatório e Assistencial; disponível em <http://www.depa.ensino.eb.br>, acessado em 15/03/2015

PRENSKY, Marc. Nativos Digitais, Imigrantes digitais; 2001, NCB University Press, Vol 9

AMARAL, Bruno, menos de 40% das escolas públicas estão conectadas à internet, disponível em <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/6056/12761>>, acessado em 12 de janeiro de 2015

MOÇO, Anderson, MARTINS, Ana Rita. O novo perfil do professor; 2010, Gente que educa, disponível em <<http://revistaescola.abril.com.br/formacao/formacao-continuada/seis-caracteristicas-professor-seculo-21-602329.shtml>>, acessado em 30 de maio de 2015

BORGES, M. A.G., AULER, D.; **Revista Ibero-americana de Ciência da Informação (RICI)**, v.1 n.1, p.175-196, jul./dez. 2008 Acessado

GARCIA, Joe. **Indisciplina na escola**, Revista Paranaense de desenvolvimento, Curitiba, n. 95, p. 101-108, jan./abr. 1999.

CGIBR, Comitê Gestor de Internet no Brasil, São Paulo, 2014, disponível em www.cgi.br, acessado em 30 de março de 2015

Apêndice

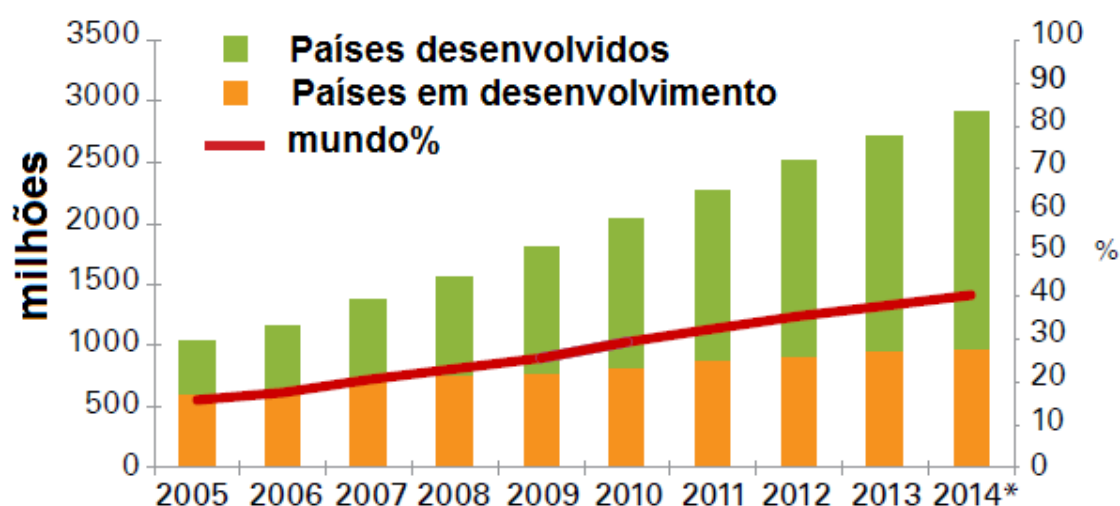
A. Por que trabalhar TIC's na Educação

A.1 A escola e suas personagens perante a inclusão digital

O mundo sofreu radicais mudanças ao longo dos últimos anos através da socialização das tecnologias da informação e comunicação. Hoje vivemos a dita “sociedade do conhecimento”, um novo paradigma que reescreve todos os setores, em todos os níveis. A manipulação e o domínio destas tecnologias se tornaram indispensáveis para a inclusão social.

O gráfico abaixo retrata bem esta realidade:

Gráfico 1 - Usuários de Internet no mundo



Note: * **Estimativa**

Source: ITU World Telecommunication/ICT Indicators database

Os dados apresentados foram retirados do ITU (International Telecommunication Technology), que é um órgão que realiza anualmente pesquisas relacionadas à utilização de tecnologias da telecomunicação no mundo, mais especificamente retirados das ICT Indicators database (Information and Communication Technology), tratando-se de uma base de dados que faz levantamento para diversos fins de mais de 100 indicadores através de uma pesquisa mundial. Estes números mostram como cresceu o número de usuários de internet no mundo ao longo dos últimos 10 (dez) anos. Usuários conectados com acesso a toda sorte de informações de maneira automática. Borges (Maria Alice Guimarães, A compreensão da sociedade da

informação)[6] mostra de maneira clara as consequências desta transformação:

“O mundo virtual fez profundas alterações, principalmente nas concepções de espaço e tempo. Não há mais distâncias, território, domínio e espera: vive-se o aqui e o agora. O virtual usa novos espaços, novas velocidades, sempre problematizando e reinventando o mundo. A virtualidade leva também à passagem do interior ao exterior – os limites não mais existem e há um compartilhamento de tudo. Os dois bens primordiais, do ponto de vista econômico, com características próprias e diferenciados dos outros bens, são a informação e o conhecimento, pois o seu uso não faz com que se acabem ou sejam consumidos. Quando são utilizados, há um processo de interpretação, de interligação, de complementaridade, se constituindo num ato de criação e de invenção, ampliando as potencialidades humanas, criando novas relações, novos conhecimentos, novas maneiras, de aprender e de pensar.”

Assim como a sociedade, o aluno, que é seu componente, também mudou: cercado de toda sorte de informações, o novo discente acaba por ter disponível uma série de informações que o permite ficar mais politizado, tornando-o, de maneira relativa mais crítico. A imensa interatividade também colabora para a formação de uma consciência coletiva e imediata, colaborando para a construção e disseminação de um novo senso comum. Incutido dentro de comunidades, o jovem se alinha a pequenas sociedades, redefinindo valores.

A grande maioria dos jovens que adentram os bancos escolares são os ditos “nativos digitais”. O termo foi criado por Marc Prensky (Prensky, Marc, Nativos digitais, Imigrantes digitais, NCB University Press Vol 9, 2001)[7], para definir o jovem que cresceu próximo às tecnologias digitais. A tabela abaixo[8], demonstra o comportamento do jovem brasileiro em relação à internet e a inclusão digital. Os dados foram retirados do Núcleo de Informação e Coordenação de Ponto, que é uma instituição sem fins lucrativos que visa fomentar e acompanhar o desenvolvimento da disponibilização de internet no Brasil:

Tabela 7 – Acesso a internet por Região e dispositivo utilizado:

		Meio de acesso				
		Desktop	Notebook	Celular	Tablets	Televisão/Vídeo Game
Região	Sudeste	79	41	58	20	18
	Sul	49	59	25	21	7
	Centro-	69	43	66	15	11

⁶ Maria Alice Guimarães Borges – Doutora em Ciências da Informação

⁷ Marc Prensky – especialista em educação e tecnologia

⁸ Nic – Núcleo de Informação e Coordenação de Ponto – Instituição sem fins lucrativos que visa fomentar e acompanhar a disponibilização de internet no Brasil. .

	oeste					
	Nordeste	69	28	50	18	10

Fonte: NICBr 2014 – Pesquisa realizada com 2261 usuários com idades entre 9 e 20 anos

Os números mostram que independente da região do país os jovens estão em sua maioria inseridos à internet. Quando observamos o acesso dos usuários relacionado à idade, percebemos que os com idade abaixo de 14 anos encontram-se ainda mais inseridos na rede de informação:

Tabela 8 – Acesso a internet por idade e meio utilizado:

		Meio de acesso				
		Desktop	Notebook	Celular	Tablets	Televisão/Vídeo Game
Faixa Etária	9 a 10 anos	80	31	29	17	13
	11 a 12 anos	74	37	43	18	10
	13 a 14 anos	79	45	60	19	14
	15 a 20 anos	62	45	65	14	15

Fonte: NICBr 2014 – Pesquisa realizada com 2261 usuários com idades entre 9 e 20 anos

Outra característica interessante que se percebe a partir da análise dos dados é a mudança de acesso preferencial, especialmente na faixa etária entre 15 a 20 anos, onde o desktop perde espaço para o acesso via celular.

Quando se observa o acesso por classe social, fica claro que a limitação financeira não impede o jovem de acessar a rede, mostrando o computador como um objeto de necessidade básica, presente na maioria dos lares:

Tabela 9 – Acesso a internet por classe social:

		Meio de acesso		
		Desktop	Notebook	Celular
Faixa Etária	A e B	79	35	61
	C	65	8	49
	D e E	76	4	42

Fonte: NICBr – Pesquisa realizada com 2261 usuários com idades entre 9 e 20 anos

A tabela a seguir mostra o que os jovens internautas pesquisam na rede:

Tabela 10 – Percentual de usuários que disseram “sim” ao tipo de pesquisa que realiza quando acessa a internet:

	Trabalho Escolar	Rede Social	Pesquisa no Google	Vídeo no Youtube	Jogos
Geral	87	81	80	68	57
Classe A e B	89	89	86	79	62
Classe C	88	80	80	68	58
Classe D e E	81	68	67	44	42

Fonte: NICBr 2014 – Pesquisa realizada com 1189 usuários com idades entre 9 e 17 anos

Percebemos claramente pelos dados da tabela que os discentes, independente da classe social, estão muito presentes na internet, tendo acesso a muita informação. Considerando a participação destes jovens em redes sociais, percebemos que esta interatividade pode ser manifestada na formação de um senso comum digital, compartilhado pelos membros de pequenos grupos organizados.

A tabela abaixo apresenta os entrevistados que responderam “sim” quando perguntado se possui computador em sua residência:

Tabela 11 – Percentual de usuários que disseram “sim” quando perguntado se possui computador em sua residência:

		Sim	Não
Região	Norte	56	44
	Nordeste	55	45
	Centro Oeste	71	29
	Sudeste	80	20
	Sul	76	24
Sede Administrativa	Particular	95	5
	Pública	65	35

Fonte: NICBr 2014 – Pesquisa realizada com 1189 usuários com idades entre 9 e 17 anos

Os números mostram que independente da região ou mesmo do tipo de sede

administrativa escolar, mais de 55% dos entrevistados declararam ter computador em casa, demonstrando a facilidade de acesso ao computador por parte dos discentes. Esta informação corrobora para o desenvolvimento, por parte dos professores, de atividades que utilizam o computador como ferramenta educacional.

Se por um lado temos um aluno com mais acesso a informação e mais crítico, uma vez que participa de grupos sociais, por outro verifica-se, em especial nas escolas públicas, a manifestação de indisciplina e violência, como pode ser observado no abaixo:



- Pesquisa respondida por 800 (oitocentos) diretores de escolas brasileiras à um questionário parte do Pisa 2012 (Programme for International Student Assessment/ Programa Internacional de Avaliação de Estudantes). Os participantes poderiam responder "Muito" ou "Até certo ponto" a cada pergunta. Abaixo são apresentadas as médias das respostas dadas pelos países membros da OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico)

Segundo Garcia [9], a indisciplina poderia ser encarada como uma consciência social coletiva em formação, exteriorizando a insatisfação dos discentes em relação a Escola fornecida pelo Estado. De fato, podemos perceber através do quadro abaixo que esta insatisfação pode ter correlação com os problemas estruturais que são observados nesta instituição: A pesquisa apresentada a seguir traz uma análise estrutural das escolas públicas. Os percentuais indicam o item presente na escola, estratificados por região:

Tabela 12 – Percentual de escolas da rede pública que possuem o item relacionado a infra estrutura, por região:

	Brasil	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro

⁹ José Garcia, Doutor em Educação - PUC

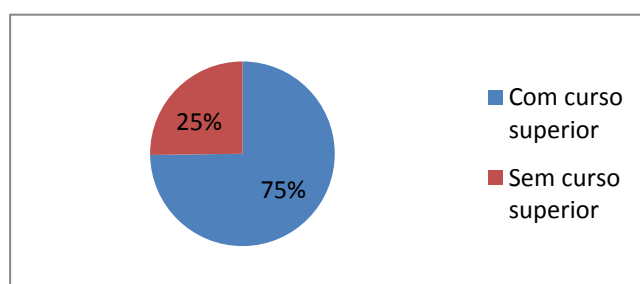
						oeste
Água de rede pública ou filtrada	92,11	71,07	95,57	99,47	87,60	97,22
Banda Larga	40,73	17,06	23,31	64,34	63,60	65,40
Biblioteca	28,92	18,83	18,45	33,88	57,28	42,50
Energia Elétrica	94,60	76,30	95,52	99,77	99,90	98,46
Quadra	28,63	14,65	13,06	46,65	49,97	43,89
Laboratório de Ciências	8,19	3,84	4,13	11,63	18,55	8,27
Esgoto sanitário de rede pública	35,78	5,09	18,24	76,30	43,82	31,02

Fonte: MEC - Inep – Censo Escolar 2014

Segundo Frigotto[10], a escola é a principal responsável pela formação do sujeito histórico, sendo, portanto, devido sua articulação, competências ou mesmo desqualificações, a principal responsável em atender as demandas das diferentes esferas sociais nas quais estão inseridas. Frigotto ainda afirma que a educação e a formação humana terão como sujeito definidor as necessidades e demandas do processo de acumulação de capitais sob as diferentes formas históricas que a sociabilidade assume e não o desenvolvimento de potencialidades e a apropriação dos conhecimentos culturais, políticos, filosóficos, historicamente produzidos pelos homens.

Se por um lado a escola fornecida pelo Estado é deficiente, por outro cresce de importância do professor como elemento primordial para compensar esta falta. No entanto, os gráficos a seguir mostram que neste quesito o ensino brasileiro também tem que melhorar:

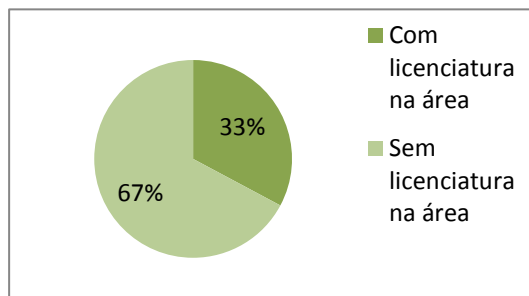
Gráfico 2– Professores da Educação Básica com curso superior



¹⁰ Gaudêncio Frigotto, Filósofo e Pedagogo da Universidade Federal Fluminense

Fonte: MEC – INEP – Censo Escolar 2013

Gráfico 3 – Professores da Educação Básica com licenciatura na área em que atuam:

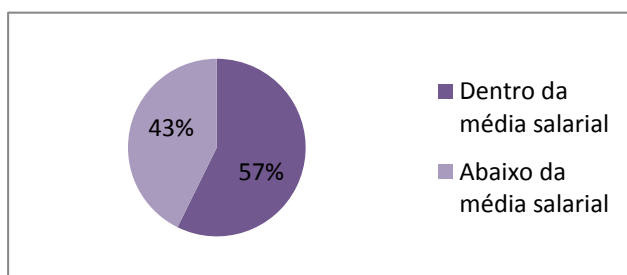


Fonte: MEC – INEP – Censo Escolar 2013

Os dados nos mostram que menos da metade dos professores são formados na área em que atuam além de parte considerável nem mesmo possuir formação superior.

Outro fator complicador para o desenvolvimento do ensino é a baixa valorização do profissional da educação. O gráfico abaixo mostra que boa parte dos professores recebe menos do que outros profissionais com a mesma formação:

Gráfico 4 – Percentual de professores da Educação Básica que percebem salários dentro da média salarial de profissionais de mesma formação:



Fonte: MEC – INEP – Censo Escolar 2013

Não sendo a formação dos professores ou mesmo a valorização profissional as mais adequadas, os profissionais da educação acabam se entregando a uma rotina intensa, o que dificulta uma mudança significativa deste quadro. Uma maneira de se modernizar as práticas dos docentes seria através de capacitações específicas, preferencialmente voltadas para a sala de aula. Dentro deste escopo surgiram os mestrados profissionais em ensino. No caso específico da disciplina de física seriam os MNPEF (MESTRADO

NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA), que será fruto de discussão nos próximos tópicos.

A.2 Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) e as competências do discente do século XXI

O domínio das tecnologias digitais sem dúvida é um forte recurso educacional para o professor frente ao novo paradigma, que é a inclusão digital. No entanto, não basta utilizar os recursos digitais. É necessário se desenvolver uma série de competências para preparar os discentes de modo a atender seus anseios frente à sociedade da informação.

Esta inquietação a respeito destas habilidades e competências necessárias aos docentes do século XXI levou um grupo de fundações a solicitar a uma importante organização americana especializada em realizar pesquisas para ajudar governos a definir políticas públicas (NationalResearchConcil) a reunir especialistas em buscas desta resposta. Após um ano, foi publicado em julho de 2012 o livro “EDUCATION FOR LIFE AND WORK: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century”. De forma resumida o livro sugere as seguintes competências, organizadas no quadro abaixo:

Quadro 4 – Competências (NationalResearchConcil)

Competência	Código
Criatividade e Inovação	P1
Pensamento crítico	P2
Solução de problemas	P3
Tomada de Decisão	P4
Comunicação	P5
Trabalho colaborativo	P6
Utilização da informação	P7
Pesquisa e investigação	P8
Utilização de Mídias	P9
Cidadania Digital	P10
Informação e Comunicação	P11
Conceitos e operações tecnológicas	P12

Flexibilidade	P13
Interatividade	P14
Produtividade	P15

Fonte: National Research Council, Education for life and work - 2012

De maneira concorrente, os Parâmetros Curriculares Nacionais são uma série de orientações para a confecção das matrizes curriculares das diversas disciplinas. Baseiam-se no princípio que a construção de um currículo é um processo contínuo que influencia positivamente a prática de professores. Estes parâmetros são elaborados pelo INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira) com a contribuição de professores de todas as redes de ensino.

Em 1990 o Brasil participou da Conferência Mundial de Educação para Todos, na Tailândia, convocado pela UNESCO, UNICEF, PNUD (Programa das Nações Unidas em Desenvolvimento – ONU) e Banco Mundial, comprometendo-se em lutar pela satisfação das necessidades básicas de ensino de sua população. Neste contexto surgiu o Plano Decenal de Educação para Todos, visando à melhoria da qualidade da gestão do ensino fundamental no Brasil.

O Plano Decenal de Educação, em consonância com o estabelecido pela Constituição Brasileira de 1988, afirmaram a obrigação do Estado de elaborar um conjunto de parâmetros claros visando melhorar a qualidade do ensino, adequando-o ao ideal democrático. Em 1996, a emenda constitucional nº 14 (setembro de 1996) disciplinou a participação de Estados e Municípios no financiamento do ensino. Ainda neste ano seria aprovada a Nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei Federal n. 9394, aprovada em 20 de dezembro de 1996), que ampliou a responsabilidade do Estado prover uma formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer meios de progredir no trabalho. Nesse afã foram criados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN e posteriormente o PCN+).

De maneira resumida, os PCN+ direcionam as práticas educacionais para a busca da interdisciplinaridade e contextualização de modo que o conhecimento tenha um significado próprio. Para isso, as competências humanas, sejam elas matemáticas ou científicas, devem visar uma formação universal, contrária à visão puramente profissionalizante, focada não só no “fazer”, mas principalmente na relação do conhecimento adquirido com todas as disciplinas, além de seu caráter histórico-cultural e ético. Não se pode, contudo, ignorar o letramento dos signos particulares de cada disciplina, suas representações e linguagens, necessitando que as competências contemplem todos os objetivos de forma integrada, mas respeitando estas particularidades.

Particularmente para o ensino de Física, os PCN + trazem a necessidade de a

disciplina desenvolver nos seus discentes a ampliação da cultura científica a partir da compreensão da importância desta disciplina na formação da sociedade contemporânea, construção de equipamentos e procedimentos tecnológicos, sua relação com a construção histórica com a exploração da natureza. O documento também reforça o forte caráter filosófico da disciplina quanto à articulação do método científico na dinamização da visão do mundo e compreensão do universo a partir de modelos que buscam regularidades e quantizações de grandezas, correspondendo a fenômenos observados, enaltecendo a necessidade de se produzir habilidades e competências que articulem este processo histórico-filosófico, visando uma extrapolação das práticas tradicionais desenvolvidas na disciplina. No capítulo 4.1 apresentamos uma lista completa das habilidades e competências previstas para a disciplina de Física trabalhadas neste produto.

A.3 – A implementação das TIC na educação

As primeiras tentativas de aplicação de Tecnologias da Informação e Comunicação no ensino em nosso país se deram na década de 70, especialmente nas universidades federais. Teve como precursores a UFRJ, em 1973, onde o computador foi usado para auxiliar o Ensino de Química, e na UFRGS, na simulação de alguns fenômenos de física, na graduação.

Em 1975, o MIT (Massachusetts Institute of Technology) começou a idealizar o “Logo” como linguagem de programação, especialmente para ensino médio, por ter, além da vertente computacional, forte caráter pedagógico.

No Brasil, a implementação da informática no ensino iniciou em 1981, através do primeiro e segundo Seminário Internacional de Informática na Educação, que ocorreram na Universidade de Brasília e Universidade Federal da Bahia, sendo estes responsáveis pela criação do projeto EDUCON. Nestes seminários ficou definido que os computadores se tratavam de uma excelente ferramenta de aprendizagem (e não uma máquina de ensinar).

A partir da EDUCON, o MEC idealizou a criação do Projeto FORMAR, preparando professores para a implantação de computadores na educação em escolas de 1º e 2º grau. Também nesta ocasião surgiram os CIED (Centros de Informática Aplicado a Educação de 1º e 2º grau) na esfera estadual, o CIET (Centro de Informática na Educação Tecnológica) na esfera federal e o CIES (Centro de Informática na Educação Superior).

Em 1989 o MEC criou, através da Portaria Ministerial 549/89 o PRONINFE (Programa Nacional de Informática na Educação) com o objetivo de desenvolver a informática na educação através de atividades e projetos articulados e convergentes, estruturados técnica e pedagogicamente.

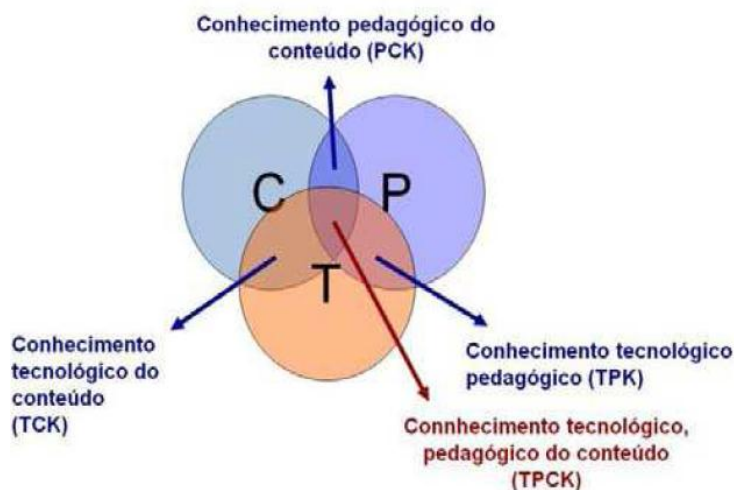
Finalmente, em 1997 o MEC criou o PROINFO (Programa Nacional de Informática na Educação), visando a implementação das tecnologias computacionais

em escolas da rede pública, além da criação de uma política voltada para a informatização educativa. O programa, que esta vigente até os dias de hoje inclui a implantação de centros de pesquisa e capacitação nesta área.

Em se tratando da atividade docente vinculada ao computador, Blikstein e Zuffo (2003) afirmam que a interatividade permite a troca de informação entre professores e alunos, modificando a relação antiga, unidirecional, presentes no sistema tradicional. Também consideram fundamental garantir que as tecnologias devem potencializar a criatividade do discente, permitindo que este tenha uma educação focada no seu desenvolvimento cognitivo, especialmente na capacidade de formular hipóteses, resolver problemas, interpretar dados, a despeito de uma educação bancária, subempregando a tecnologia em prol de uma educação que reforce a alienação e facilite a manipulação do indivíduo, evitando o desenvolvimento do sujeito crítico e ativo.

Em suma, é fundamental a consciência que não basta dispor de tecnologia sem a preparação adequada dos professores a fim de impedir que a inovação apenas facilite a propagação de uma educação tradicional. Para tal, de acordo com PunyaMishra e Matthew Koeler (2006), o profissional da educação deve se pautar pelo conceito TPaCK, apresentando o devido equilíbrio entre conhecimento pedagógico, conhecimento tecnológico e conhecimento do conteúdo, como ilustra a figura abaixo:

Figura 1 – Conceito TPaCK – O professor deve equilibrar conhecimento científico, pedagógico e tecnológico para implementar adequadamente as TIC no ensino. (figura adaptada do livro)



A.4 – O Mestrado Profissional

No ano de 1995 a CAPES elaborou um documento chamado Mestrado no Brasil – Situação e uma nova perspectiva (CAPES 2011), que analisava os programas de pos graduação existentes. Neste ficava claro o distanciamento entre a formação desenvolvida nos mestros acadêmicos das demandas profissionais do mercado. Dada esta dicotomia, a CAPES sugere a implantação de programas de mestrado que elevassem o nível do sistema. A partir de 1999

os mestrados profissionais já eram fruto de debate em diversas reuniões, culminando na publicação por parte da CAPES de pressupostos para a avaliação de projetos de mestrado profissionalizante, resultando na aumento da oferta de cursos dentro desta modalidade de aperfeiçoamento.

No entanto, a grande demanda de cursos não garantia atender as necessidades do mercado. Em 2002 a CAPES informa que não receberia a abertura de novos programas enquanto não se definisse e divulgasse os parâmetros de avaliação destes programas. Após um período de intensa discussão sobre a relevância e enquadramento destes cursos, a CAPES realizou em 2005 um seminário intitulado “Para além da Academia – A pós Graduação contribuindo para a sociedade”, destinado a todas as áreas. Nesta ocasião a CAPES diferencia substancialmente os mestrados acadêmicos dos profissionais, enfatizando que enquanto os primeiros devem preparar o aluno para a pesquisa científica, o segundo deve primar por estratégias de formação de um indivíduo que utilize a pesquisa no seu dia a dia, seja de maneira pessoal ou social, de modo a agregar mais valor as suas atividades. Neste seminário também fica evidente a destinação destas pós graduações são para quem já está no mercado de trabalho.

Não menos importante, a CAPES também divulgou que, como requisito primordial, o mestrando deveria entregar a sociedade um produto final, focado na profissionalização e gerenciamento de atividades, sejam elas sociais, tecnológicas ou culturais. Este produto seria o elo de aproximação entre a universidade e a comunidade em geral. De acordo com a portaria do MEC (Art 7º, inciso VIII, Portaria normativa/MEC nº 17, de 28 de dezembro de 2009):

“O trabalho de conclusão final de curso poderá ser apresentado em diferentes formatos, tais como dissertação, revisão sistemática e aprofundada da literatura, artigo, patente, registro de propriedade intelectual, projetos técnicos, publicações tecnológicas, processos e técnicas, produção de programas de mídia, editoria, composições, concertos, relatórios finais de pesquisa, softwares, estudos de caso, relatório técnico com regras de sigilo, manual de operação técnica, protocolo experimental ou de aplicação em serviços, proposta de intervenção em procedimentos clínicos ou de serviço pertinente, projeto de aplicação ou adequação tecnológica, protótipos para desenvolvimento ou produção de instrumentos, equipamentos e kits, projetos de inovação tecnológica, produção artística, sem prejuízo de outros formatos, de acordo com a natureza da área e finalidade do curso, desde que previamente aprovados pela CAPES. (Brasil 2009).”

O primeiro Mestrado Profissional em ensino de Física foi proporcionado pela UFRGS, em 2002, prevendo que o discente entregasse como produto da

dissertação um trabalho final de pesquisa envolvendo a aplicação de um processo ou produto de aplicação em Física visando melhorar de maneira geral o ensino desta disciplina nas escolas. Toda a realização do mestrado previa o não afastamento do professor da sala de aula, devendo o mesmo dedicar apenas um dia presencial às sextas feiras ao longo do ano e cursos intensivos nos meses de julho, janeiro e fevereiro.

Atualmente os Mestrados Profissionais em Ensino de Física são organizados pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com diversas universidades, facilitando o alcance desta importante iniciativa no desenvolvimento do Ensino de Física.

B - O COLÉGIO MILITAR DE PORTO ALEGRE

Procurando demonstrar o contexto escolar no qual este projeto foi aplicado, este tópico traz algumas informações sobre as peculiaridades do Colégio Militar de Porto Alegre. Desde os tempos do Brasil independente, os militares pleiteiam a existência de uma organização voltada para a educação de seus dependentes. Caxias, como Comandante do Exército, percebeu, durante a Guerra do Paraguai, que o ânimo dos militares ficava abalado por não saber se suas famílias estavam devidamente assistidas, em especial no caso de alguma fatalidade. Logo, além da pensão para garantir a subsistência, a providência de uma educação oficial seria fundamental para garantir o amparo da família militar. Deixando o Comando do Exército, Caxias se elegeu Senador do Império e apresentou, em 1853, o projeto do Colégio Militar da Corte. Apesar das tentativas, a ideia de Caxias iria se concretizar somente em 1889, quando o Conselheiro Tomas Coelho conseguiu a criação do Imperial Colégio Militar em 9 de março de 1889. Posteriormente vários outros Colégios Militares foram criados, necessitando então de um órgão de coordenação e planejamento.¹¹

Neste afã, em 1973 foi criada a Diretoria de Ensino Preparatório e Assistencial (DEPA), que integrou os Colégios militares do Brasil no chamado Sistema Colégio Militar do Brasil (SCMB). Atualmente este órgão planeja, controla, coordena e supervisiona as atividades desenvolvidas em todos os colégios militares, orientando-os conforme o que prescreve a Lei nº 9786, de 8 de fevereiro de 1999 (Lei do Ensino do Exército).

A finalidade dos colégios militares é prover educação de qualidade aos dependentes de militares e ao público geral primando-se por valores éticos e morais, costumes e tradições cultuados no Exército, entre eles a sua base ideológica, que é o respeito à hierarquia e a disciplina. O ensino é de caráter assistencial visando atender as necessidades da família militar e preparatório, voltado a despertar vocações e tornar os jovens aptos a adentrar às Escolas de Formação Militar (Escola Preparatória de Cadetes do Exército, Academia Militar das Agulhas Negras, Academia da Força Aérea, Escola Naval, Instituto Militar de Engenharia e Instituto Tecnológico da Aeronáutica).

O caráter assistencial do SCMB é voltado aos dependentes de militares que tiveram mudança de domicílio por nomeação para missão no exterior (como é o caso para os militares designados para compor a Força de Paz no Haiti) ou em função de transferência para Guarnições especiais (definidas de acordo com legislação específica por terem dificuldade de acesso e baixa infraestrutura), ou mesmo foi transferido para uma localidade atendida por um Colégio Militar dentro de um prazo de 4(quatro) anos. As demais vagas são

¹¹ Informações retiradas do site www.depa.ensino.eb.br Departamento de Educação e Cultura do Exército

alocadas de acordo com a disponibilidade, sendo a seleção realizada através de concurso público.

Entre os 13 (treze) Colégios Militares do Brasil integrantes do SCMB está o Colégio Militar de Porto Alegre (CMPA). Seu prédio foi fundado em 1851, quando abrigava o Curso de Infantaria e Cavalaria da Província de São Pedro do Rio Grande do Sul. Entre o ano de 1851 e 1911, foi a sede de diversas unidades do Exército, até que, em 28 de fevereiro de 1912, através do decreto nº 9397, passou a ser o Colégio Militar de Porto Alegre. Em meio a sua história várias personagens importantes figuraram como integrantes, destacando-se vários presidentes como Getúlio Vargas, Costa e Silva, Gaspar Dutra, Castelo Branco, Garrastazu Medici, Ernesto Geisel, Figueiredo, revolucionários com Luís Carlos Prestes e Lamarca, artistas, como o poeta Mario Quintana e o escultor Vasco Prado entre vários outros.

Estruturalmente o colégio conta com mais de 1200 (mil e duzentos) alunos matriculados, possuindo um efetivo de aproximadamente 30 (trinta) alunos por sala. Conta com 04 (quatro) quadras poliesportivas, sendo uma coberta, 02 (duas) salas multimídias e boa parte das salas de aula possui projetores de mídia. O Colégio conta com um Observatório Astronômico, Laboratórios de Física, Química, Biologia, Matemática, além de Sala de Artes, Museu e Biblioteca.

Além do ensino convencional, o colégio disponibiliza algumas atividades em contra-turno dentro de um sistema de disciplinas eletivas ou participação de clubes e agremiações. Entre eles pode ser citado o Clube de Astronomia, Clube de Xadrez, Banda de Música, Coral, Grêmio da Infantaria, Grêmio da Cavalaria, Grêmio da Aeronáutica, Clube de Relações Internacionais, Miniempresa, Clube de Equitação, além de clubes de treinamento para Olimpíadas Científicas.

O sistema de notas baseia-se em duas classes de avaliação, que somadas totalizam a nota bimestral do discente. Consta de um conjunto de avaliações parciais desenvolvidas pelo professor com total liberdade de planejamento que somadas totalizam uma nota parcial. A outra avaliação é padronizada e devera ser realizada no final de cada bimestre, sendo elaborada em conjunto pelos professores da disciplina, obedecendo algumas normas institucionais. A média de aprovação necessária para o aluno acessar a série seguinte é de 50% (cinquenta por cento), no entanto, além de demonstrar capacidade intelectual o aluno também possui uma nota disciplinar. Cada falta disciplinar constante do regulamento do aluno implica na retirada de pontos disciplinares, tais como chegar atrasado, prejudicar o bom andamento das aulas, não realizar os trabalhos pedidos, portar telefone na sala de aula, entre outros. Atitudes de destaque que gerem elogios contam como pontos disciplinares positivos, dentro da filosofia comportamentalista e meritocrata. Se

o aluno, tendo perdido muitos pontos ultrapassar uma nota mínima limite é aberto um processo administrativo onde um professor será designado para fazer o levantamento de motivos para as faltas cometidas pelo discente. Dependendo da situação o aluno poderá inclusive ser expulso do colégio por insuficiência disciplinar.

Pedagogicamente, a DEPA promove revisões curriculares periódicas, tendo a última ocorrido no biênio 2013/2014. Nesta oportunidade cada um dos doze colégios montou um currículo adaptado às suas realidades específicas visando a elaboração de uma base comum para o SCMB. Esta montagem obedeceu o que prescreve nos Parâmetros Curriculares Nacionais, as Metas do Governo para a Educação e as seguintes metas institucionais (extraído do Regulamento dos Colégios Militares¹²):

I - permitir ao aluno desenvolver atitudes e incorporar valores familiares, sociais e patrióticos que lhe assegurem um futuro de cidadão patriota, cômico de seus deveres, direitos e responsabilidades, qualquer que seja o campo profissional de sua preferência;

II - propiciar ao aluno a busca e a pesquisa continuadas de informações relevantes;

III - desenvolver no aluno a visão crítica dos fenômenos políticos, econômicos, históricos, sociais e científico-tecnológicos, ensinando-os, pois, a aprender para a vida e não mais, simplesmente, para fazer provas;

IV - preparar o aluno para refletir e compreender os fenômenos e não, meramente, memorizá-los;

V - capacitar o aluno à absorção de pré-requisitos fundamentais ao prosseguimento dos estudos acadêmicos e não de conhecimentos supérfluos que se encerrem em si mesmos;

VI - estimular o aluno para a saudável prática de atividade física, buscando o seu desenvolvimento físico e incentivando a prática habitual do esporte; e

VII - despertar vocações para a carreira militar”.

De maneira objetiva, os Colégios Militares são organizados em quatro seções bem distintas: Comando, Corpo de Alunos, Divisão de Ensino, Seção Técnica de Ensino e Divisão Administrativa.

Sendo os Colégios Militares também Organizações Militares, possuem figurando o Comando um Coronel do Exército. Esta figura administrativa exerce uma gestão bial respondendo por todos os setores do Colégio, incluindo as funções de Diretor de Ensino e Ordenador de despesas.

A Divisão Administrativa é encarregada da realização de rotinas convencionais do colégio, como aquisição de materiais, pagamento de professores e militares, provimento de merenda escolar, gerenciamento de escalas, apuração de processos administrativos, entre outras.

¹² Portaria 042, de 6 de fevereiro de 2008 - Regulamento dos Colégios Militares (R69)

O Corpo de alunos é o agente de controle de faltas, avaliação disciplinar dos discentes, desenvolvimento de atividades cívicas, formaturas. Também são responsáveis pelo controle da manutenção das salas de aula e garantia do funcionamento dos meios auxiliares diversos.

A Divisão de Ensino é responsável pela confecção, implementação e fiscalização do projeto pedagógico, organização de reuniões de professores para a discussão do plano curricular por disciplinas, além de gerenciar as atividades do apoio pedagógico (destinado a alunos que apresentam baixo rendimento e necessitam de aulas de reforço) e psicopedagógico.

Diferente de muitos colégios, o SCMB (Sistema Colégio Militar de Brasil) dispõe de uma Seção Técnica de Ensino, responsável pela padronização de provas, organização de graus e gerenciamento de análise estatística do rendimento dos discentes.