Apêndice A

O Produto

PROJETOS, DESAFIOS E CONSTRUÇÃO DE PROTÓTIPOS COMO ALTERNATIVA OU COMPLEMENTAÇAO ÀS AULAS DE LABORATÓRIO.

Antonio Romero Lopes Neto

Orientador:
Prof. Dr. Pedro Galli Mercadante

Introdução:

O ensino por projetos já é pratica consagrada e tem mostrado sua eficácia: alunos questionadores, investigadores e dotados de maior capacidade de interpretação de situações problema e do mundo. No entanto, sua aplicação requer engajamento de toda escola num único objetivo. Prática difícil, senão impossível nos dias de hoje, dada a premência do ensino conteudista e focado nos resultados das avaliações externas. Paradoxalmente, essas mesmas avaliações requerem cada vez mais do aluno análise de cenários e propostas de intervenção, não lhe ensinadas pelos métodos tradicionais.

Por outro lado, é sabido que as "Aulas de Laboratório" representam uma importante ferramenta de ensino, principalmente para a área de Ciências da Natureza, na qual se insere a Física. Ao observar e analisar a reprodução de fenômenos físicos diversos o aluno adquire e fixa muito mais conhecimentos que apenas em aulas expositivas e teóricas. Deve-se ressaltar que poucas são as escolas que contam com laboratórios bem aparelhados e técnicos para mantê-los.

Este manual tem por objetivo apresentar uma alternativa ao método tradicional, sem romper com o ensino das competências e habilidades previstas nos PCNs - EM (Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio).

Trata-se da adoção de ensino por projetos, após a aquisição de competências e habilidades previstas no ensino tradicional, na forma de desafios, onde o aluno coloca em prática seus conhecimentos e adquire outros, necessários à elaboração, projeto e confecção de protótipos que operem dentro de padrões estabelecidos e do registro de todas as fases dos projetos, confecção e testes, em relatórios científicos simplificados, com finalidade de análise mais aprofundada dos assuntos trabalhados, tanto em sala de aula como fora dela.

Ao final deste manual, apresento alguns projetos já aplicados por mim, contendo roteiros, sugestões, modelos de relatórios, propostas de avaliação e resultados esperados.

Este manual é o produto final da dissertação de mestrado “Ensino por projetos numa nova perspectiva: Desafios e construção de protótipos como complementação às aulas de laboratório”, apresentado e defendido dentro do programa MNPEF – Mestrado Nacional Profissional em Ensino da Física, Polo UFABC como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Santo André, 2016

ENSINO POR PROJETOS NUMA NOVA PERSPECTIVA.

A palavra projeto vem do latim *projectum* do verbo *proicere*; *pró*, denota precedência, algo que vem antes de qualquer outra coisa no tempo e *iacere*, "fazer". Portanto, a palavra "projeto", na verdade, significava originalmente "antes de uma ação". Alguns especialista em estudo das línguas ainda atribuem a projeto, o significado de "lançar à frente".

A ideia de projeto é própria da atividade humana e do desejo de tornar algo real. Projeto e ação são inseparáveis. Barbier (apud Machado, 2000, p. 6) salienta: "(...) o projeto não é uma simples representação do futuro, do amanhã, do possível, de uma ideia; é o futuro a fazer, um amanhã a concretizar, um possível a transformar em real, uma ideia a transformar em ato".

No entanto, projetar requer além de conhecimentos prévios, prever resultados, aventurar-se para o desconhecido, flexibilidade para reformular metas à medida que as ações e caminhos escolhidos evidenciam novos problemas. A criatividade, a capacidade de relacionar conceitos, a interação com outras disciplinas e o espírito de grupo são postos à prova.

"A reforma do pensamento contém uma necessidade social-chave: formar cidadãos capazes de enfrentar os problemas do seu tempo." (MORIN, 2002, p24).

Quando o projeto é colocado na forma de um desafio, como nesta proposta, as dificuldades se evidenciam, isto é, o aluno acredita ter recebido todo o ferramental teórico para executá-lo, mas colocar em um objeto físico os conhecimentos até então desenvolvidos somente em sala de aula aparenta ser uma missão impossível.

"Nessa situação de aprendizagem, o aluno precisa selecionar informações significativas, tomar decisões, trabalhar em grupo, gerenciar confronto de ideias, enfim, desenvolver competências interpessoais para aprender de forma colaborativa com seus pares."

É nesse momento que a tutoria do professor se faz mais necessária: deixa-se de ser apenas ministrador de conteúdos para assumir as tarefas de consultor, gerente, especialista.

"É importante constatar que a informação necessária para construir os Projetos não está determinada de antemão, nem depende do educador ou do livro texto, está sim em função do que cada aluno já sabe sobre o tema e da informação com a qual se possa relacionar dentro e fora da escola." (HERNÀNDEZ, 1998, pg. 64).

A metodologia de ensino por projetos clássica prevê basicamente três momentos: o planejamento da pesquisa; a execução das atividades de coleta e sistematização da informação e a apresentação do produto final da pesquisa.

A experiência a seguir descrita e esquematizada não é uma nova metodologia, nem busca romper com os modelos de ensino já propostos e discutidos. Antes disso, é uma junção do melhor ou mais adequado de cada metodologia, na busca do ideal, a aprendizagem significativa e efetiva.

PREPARANDO O CAMPO E ENCONTRANDO O MOMENTO.

Toda escola ou unidade de ensino e seus professores, planejam conjuntamente em algum momento como se quantificará o quanto seus alunos estão realmente retendo do ensinado em sala de aula. Para tanto, elaboram-se modelos e formatos de avaliações que serão aplicadas ao longo do período letivo ou ao final dele. Em geral, o ano letivo divide-se em quatro bimestres ou três trimestres, que contemplam momentos distintos de avaliação:

Trabalhos diversificados, como pesquisas, trabalhos de campo, seminários relatórios de atividades em laboratório e listas de exercícios;

simulados, provas integradas, provas por área do conhecimento;

Avaliação ou Prova tradicional.

O modelo descrito é bastante tradicional, contando ainda com atribuição de pesos a cada momento avaliativo, sendo que as avaliações individuais, em geral, colaboram mais para a nota final. Deve-se levar em conta que os aluno de ensino médio deparam-se hoje com cerca de quinze diferentes disciplinas, o que resulta em um número considerável de diferentes avaliações por período letivo.

Na pedagogia de projetos, é necessário "ter coragem de romper com as limitações do cotidiano, muitas vezes auto-impostas" (ALMEIDA e FONSECA JÚNIOR, 2000, p. 22) e "delinear um percurso possível que pode levar a outros, não imaginados a priori" (FREIRE e PRADO,1999, p. 113).

Nós professores, queixamo-nos das limitações impostas pelo sistema de ensino atual, mas não exploramos os poucos espaços que existem. Auto impomos obstáculos e negativas sem antes ter apresentado de forma organizada, coerente e devidamente fundamentada uma alternativa, um diferencial. Explorar os espaços das avaliações, delineando percursos possíveis e apresentar uma proposta de avaliação diferenciada tendem a evidenciar (no sentido de expor), o professor e sua escola.

Um desafio ou projeto pode ser inserido quando das avalições diversificadas, em escolas mais tradicionais, ou em substituição a uma prova tradicional, se a instituição de ensino permitir.

ESCOLHENDO O TEMA.

Como sabemos a Física, direta ou indiretamente, permeia todos os campos da atividade humana e o que parece ser uma vantagem, torna-se um desafio quando da escolha do tema ou tópico a ser explorado em um projeto.

No Ensino Médio em geral, mesmo nos métodos apostilados, a organização didática de dá da seguinte forma:

Primeiro Ano:
Mecânica, composta de :

- Descrição do movimento;
- Vetores;
- Forças em dinâmica;
- Princípios da conservação (Trabalho, Energia, Impulso e Quantidade de Movimento);
- Gravitação Universal;
- Estática, Hidrostática e Hidrodinâmica.

Segundo Ano:

- Termologia;
- Termodinâmica;
- Óptica Geométrica;
- Ondulatória.

Terceiro Ano:

- Eletrostática;
- Eletrodinâmica;
- Eletromagnetismo;
- Introdução à Física Moderna.

Cabe então ao professor escolher dentro do tópico que ministra, a cada turma e em cada período ou momento de aprendizagem, o que será explorado através de um desafio, na confecção de um protótipo.

Uma boa ideia é utilizar elementos regionais ou do cotidiano dos alunos, pois isso facilita a compreensão da proposta, bem como serve de estímulo. Por exemplo, nos grandes centros e cidades mais urbanizadas é bastante razoável tratar de temas voltados a transporte, energia e sua conservação ou estruturas complexas. Já em escolas rurais, por que não procurar algo como estufas, aproveitamento de energia solar e eólica ou mesmo implementos e métodos agropecuários? Em escolas situadas em regiões pesqueiras ou portuárias há também uma infindável lista de bons objetos de estudo, como maquinário dos portos e embarcações.

Enfim, o professor deve dentro de seu ambiente e de seus alunos, procurar estímulos a criatividade deles, respeitando suas culturas e individualidades, posto que a Física é presente nos mais rudimentares apetrechos e invenções humanos.

PLANEJANDO A ATIVIDADE.

Na concepção original, o Ensino por Projetos parte de uma proposta real ou teórica para resolução de um problema. Ao longo de sua execução, o professor-tutor orienta os alunos na busca dos conhecimentos, habilidades e competências para sua resolução.

A proposta aqui apresentada parte da premissa que os conhecimentos teóricos já foram explorados e aprendidos em aulas tradicionais ao longo do período letivo (bimestre ou trimestre), com modelos teóricos e matemáticos e ainda resolução de exercícios e testados quanto a sua apreensão, em avaliações tradicionais.

De posse do ferramental teórico, os alunos são agora desafiados a apresentar, numa construção física, a resolução para o problema proposto.

Como pode-se observar, a implementação deste modelo, não interfere na dinâmica tradicional de uma escola, contribuindo para que o ensino torne-se significativo. Na verdade, esta proposta de metodologia visa suprir, ainda que parcialmente, as tão necessárias "aulas de laboratório", visto que a existência e utilização deles torna-se cada vez mais rara, em face ao alto custo de sua montagem, manutenção e organização, além do pouco prepara dos professores nesse quesito.

Tal qual uma situação real no mundo produtivo moderno, parte-se de uma solicitação, uma necessidade de alguém ou de um sistema, na busca de um produto ou método que, cumprindo sua função, melhore ou resolva um problema observado.

Passos do Planejamento:

No escopo dos tópicos ensinados ao longo de um período (mês, bimestre, trimestre), escolher um tema ou tópico a ser abordado. Ex.: Leis de Newton, Óptica geométrica, Termodinâmica;

- Verificar o conteúdo que se quer fixar, dentro do tema ou tópico abordado (Estática do ponto material, Conservação de energia, Princípios de propagação da Luz, Transformações de energia);
- Verificar a possibilidade de inserção de outras disciplinas (multi ou interdisciplinaridade);

- Idealizar o produto base a ser a desenvolvido pelos alunos (Estruturas, pontes, caixas ou embalagens, equipamentos de medição)
- Elaborar um roteiro de pesquisa para os alunos;
- Desenvolver método, parâmetros e critérios de avaliação (relatório, memorial descritivo)
- Fornecer aos alunos modelo de relatório científico simplificado;
- Fixar datas de assessoria e entrega final dos trabalhos;
- Prover local e condições adequadas para os testes;
- Promover entrega coletiva dos trabalhos em local adequado e seguro.

Exemplos de Projetos

Projeto "OVO": Aplicação das Leis de Newton na confecção de uma embalagem resistente a quedas.[20]

Objetivos:

O principal objetivo deste projeto é o desenvolvimento e construção de uma embalagem para um ovo cru (de galinha) que suporte uma queda de até dois andares (cerca de 6 metros).

Objetivo Didático:

Aplicação das três leis de Newton para a mecânica no desenvolvimento de uma embalagem resistente a quedas. No projeto e desenvolvimento, os alunos farão uso e aplicação das Leis de Newton, cujos princípios são normalmente desenvolvidos em sala de aula. Em uma aplicação real e concreta, com a resolução do problema e a construção e testes de um protótipo, os conhecimentos desenvolvidos poderão alcançar um maior nível de significância, levando-os a melhor fixação e internalização dos mesmos.

Justificativa:

As Leis de Newton para a mecânica compreendem boa parte da Física para o Ensino Médio. No entanto, seu estudo se resume, na maioria das vezes, a um amontoado de fórmulas e esquemas, muito distantes da realidade vivida pelos adolescentes.

[20] Disponível http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol12/Num2/a09.pdf

Paradoxalmente, verifica-se que sua aplicação é mais do que frequente, fazendo parte da maioria dos aparatos e construções ao nosso redor.

Ao propor esta atividade, espera-se despertar no aluno, um sentimento comum aos jovens, o gosto por desafios e jogos. Aproveitando essa característica natural, incentiva-se a resolução de um problema real, em uma espécie de competição, onde não há vencidos, apenas vencedores, dado que os conhecimentos desenvolvidos e aprendidos marcarão sua trajetória educacional.

Metodologia:

Divididos em grupos, cujo número de componentes fica a critério do professor e das características da escola, (sugere-se grupos de até cinco componentes) os alunos deverão confeccionar uma embalagem que resista a queda de uma altura pré-determinada (dois andares ou seis metros é uma boa medida), tendo em seu interior, um ovo cru de galinha que, obviamente, deve estar intacto ao fim do processo.

Regras: (pode-se acrescentar ou modificar, de acordo às características da instituição de ensino).

1. Os materiais utilizados na confecção do protótipo devem preferencialmente ser de reuso (recicláveis). Exemplos: garrafas PET, Papel, Papelão, Espuma, Isopor etc.
2. O ovo a ser utilizado deve ter seu conteúdo retirado por um pequeno orifício e preenchido por água na mesma quantidade ou massa que o original.
3. A embalagem deve ser acompanhada de um Relatório Técnico, com memorial descritivo do projeto, além de desenhos, esquemas e principalmente os cálculos necessários a sua confecção.
4. O tamanho limite para a embalagem é de 50x50x50cm.
5. A embalagem deve ter uma abertura por onde será colocado e retirado o ovo.
6. Poderão ser usados elementos de fixação, como cola, fita adesiva, barbante além de decorativos como papel e tinta.
7. A altura para teste será de dois andares, cerca de 6 (seis) metros.
8. A queda deve ser livre, isto é: não devem ser permitidos artifícios que retardem ou amenizem como paraquedas ou efeito planador.

9. Todo o desenvolvimento e testes devem ser documentados com fotos e/ou vídeos. (muito importante, pois auxilia a avaliação).

Entrega e apresentação dos Trabalhos:

É conveniente que o professor escolha um local na escola para os testes, por ocasião da entrega. Um prédio que tenha uma janela mais alta, uma montagem de andaimes ou estrutura podem fornecer bons resultados.

Trata-se de uma ocasião quase solene, pois os alunos apresentarão o resultado de sua aprendizagem e esforços. É interessante convidar para o evento, coordenadores, diretores e demais professores para prestigia-lo, portanto deve-se prever espaço adequado.

Avaliação:

O protótipo e a documentação gerada podem ser avaliados por uma comissão julgadora, escolhida ou convidada pelo Coordenador do Ensino Médio e/ou pelo Professor de Física.

As avaliações dos resultados obtidos e do Relatório Técnico poderão compor a nota de um dos trimestres ou bimestres. É aconselhável que relatório e protótipo tenham o mesmo peso na nota final.

Para confecção e avaliação dos relatórios pode-se contar com a colaboração dos professores de redação, visto que o gênero relatório técnico é pouco abordado por eles.

A Avaliação do protótipo e relatório deve contemplar aspectos muito além dos construtivos, como a inovação, o pré-projeto, a elaboração de esquemas ou desenhos, os cálculos, testes, escolhas de materiais, aparência, obediência às normas etc. Ao final deste projeto há um modelo de ficha de avaliação.

Considerações complementares

Este projeto foi concebido para aplicação após o processo tradicional de ensino das leis de Newton, mas pode ser aplicado em diversos momentos ao longo do ano, com as adaptações necessárias.

As regras foram estabelecidas com base em trabalhos já executados, mas podem e devem ser adaptadas às características de cada instituição de ensino.

A retirada do conteúdo do ovo obedece a uma causa lógica que é o não desperdício de alimentos. Para efetuar essa "operação" os alunos devem fazer um pequeno orifício na casca, próximo à parte mais estreita. Com um palito rompe-se a membrana da gema e com algum capricho o conteúdo pode então ser retirado e utilizado em preparações culinárias. O ovo então é preenchido com água e a abertura selada com parafina de vela, cola quente, fita adesiva etc.

O professor pode fornecer aos alunos um modelo de relatório experimental científico baseado na ABNT, que pode ser simplificado. Muito mais que o protótipo, o relatório se torna um importante instrumento de aprendizagem, pois nele devem ser registradas todas as informações e dados construtivos, incluindo cálculos e esquemas das forças envolvidas.

É importante orientar os alunos que há métodos e materiais que darão o resultado esperado (a não quebra do ovo) muito rapidamente, tais como espuma, algodão, plumas, estofo de sofás e almofadas, palha etc. Mas justamente esses materiais dificultarão o estudo das forças envolvidas.

Um arranjo de papel ou papelão dobrados em forma de treliças, ou ainda um conjunto de elásticos (simulando cintos de segurança), costumam dar ótimos resultados e fornecer elementos suficientes para uma razoável explicação física no relatório. No relatório, além do embasamento teórico, cálculos, esquemas e fotografias, deve haver uma conclusão ou discussão final, estabelecendo um diálogo entre o estudado e os resultados obtidos, mostrando o que eles realmente aprenderam além dos livros.

Com a limitação no tamanho da embalagem, confere-se ao projeto um maior grau de dificuldade, visto que com espaço reduzido, a deformação da caixa na queda pode atingir o ovo, quebrando-o.

A apresentação e avaliação dos relatórios devem ser suficientemente rigorosas para que os resultados da aprendizagem sejam significativos, sendo interessante a adoção de um prazo adequado para sua execução (um mês parece um prazo razoável). Ao longo do período de execução é conveniente que o professor acompanhe o desenvolvimento dos trabalhos, auxiliando os grupos com maiores dificuldades. É interessante para uma boa qualidade dos relatórios que haja uma pré entrega de um esboço dos mesmos em data anterior a final.

Sendo uma atividade onde há grande envolvimento dos alunos, o professor por vezes deverá mediar conflitos internos aos grupos, utilizando técnicas para capacita-los ao trabalho em grupo. Há diversos artigos e publicações para desenvolver essa

competência, das quais destaco artigo "Dez razões para apostar no trabalho em grupo"[21]," "Vive la diference! Grupos de trabalho: a diversidade leva a aprendizagem"[22], e "Técnicas de trabalho em grupo e técnica de conversação"[23]

Por fim, a aplicação desse projeto exigirá um local adequado para lançamento e teste das embalagens. O professor deve procurar na escola um local seguro para tal.

Este projeto foi inicialmente apresentado e publicado na Revista Física na Escola, Volume 2 de 2011, uma publicação da SBF (Sociedade Brasileira de Física), sob o titulo: "Projeto OVO: Utilização da Leis de Newton no desenvolvimento de uma embalagem resistente a quedas".

[21] disponível em http://goo.gl/Spuwrx

[22] http://goo.gl/8ALJAz

[23] http://goo.gl/45pP9V

Apêndice B

Projeto "*Steampunk*: Ciência, arte e ficção". A Termodinâmica transformando mentes.

Objetivos:

O principal objetivo deste projeto é a construção de uma máquina térmica, demonstrando a aplicação das Leis da Termodinâmica, transformando energia térmica em trabalho.

Objetivo Didático:

Construção de uma máquina térmica, isto é, um equipamento que transforme energia térmica (calor) em outro tipo de energia (prioritariamente mecânica), com aplicação direta dos princípios de Termodinâmica aprendidos em sala de aula, além de uma pesquisa sobre o gênero da ficção científica denominado *Steampunk*[24].

No projeto e desenvolvimento, os alunos farão uso e aplicarão todos os princípios desenvolvidos em sala. Em uma aplicação real e concreta, com a resolução do problema e a construção e testes de um protótipo, os conhecimentos alcançarão um nível de significância que os levará fixação e internalização dos mesmos.

Justificativa

No Ensino Médio os alunos estudam os princípios e desenvolvimento da Física Térmica e suas leis, bem como a utilização destas na construção de equipamentos diversos, como caldeiras, máquinas a vapor, locomotivas, motores e geladeiras. No entanto a aplicação e observação desses princípios em nosso cotidiano lhes passa despercebido, resultando em um aprendizado alijado de suas realidades e destinado única e exclusivamente aos vestibulares. No desenvolvimento do equipamento proposto, farão uso e aplicação dos princípios desenvolvidos. Em uma aplicação real e concreta, com a resolução do problema e a construção de um protótipo, se depararão com dificuldades e fatores que

[24] Steampunk é um subgênero da ficção científica, derivado do *Cyberpunk*. Trata-se de uma realidade paralela, onde alcança-se alto desenvolvimento tecnológico, mas como fonte de energia principal o vapor. Ambienta-se na era Vitoriana (final do século XIX) com detalhes *Art-Noveau.* Entre as principais obras relativas a esse gênero, destacam-se "Mil milhas submarinas" e "Volta ao mundo em 80 dias" de *Julio Verne*, "As loucas aventuras de James West" direção de *Barry Sonnenfeld*. Especialistas afirmam encontrar traços *Stempunk* em *Star Wars*, episódio 1. Nota do autor.

não são levados em conta quando calculamos a potência de uma máquina térmica e seu rendimento. Tais dificuldades os farão pesquisar e aprender mais sobre o processo, no intuito de melhorar o funcionamento de seus projetos.

Neste projeto há ainda a possibilidade da integração de outras disciplinas, como Literatura (gêneros literários), Artes (construção e decoração do protótipo), Matemática (cálculos, gráficos e tratamento dos dados).

Metodologia:

Divididos em grupos de até cinco componentes, os alunos confeccionarão uma máquina térmica. Tal máquina deve transformar a energia térmica produzida por uma fonte, em movimento ou trabalho. Essencialmente, a máquina deve deslocar-se por conta própria, mover-se ou movimentar algo.

Regras:

1. Os materiais utilizados na confecção dos instrumentos devem obrigatoriamente ser de reuso (recicláveis). Exemplos: Garrafas PET, Papel, Papelão, Espuma, Isopor de embalagens, latas etc.
2. A fonte térmica deve ser pequena e segura, tais como lamparinas, réchauds, giz com álcool etc.
3. Os passos para obtenção dos materiais e construção das máquinas devem ser registrados em fotografia e vídeos.
4. O protótipo deve ser decorado ao estilo "*Steampunk*".
5. Junto com o protótipo construído, deve ser entregue um relatório experimental simplificado, conforme modelo disponibilizado. O relatório deve conter, além dos itens técnicos obrigatórios, como cálculos e gráficos, uma pesquisa sobre o movimento cultural "*Steampunk*".

Avaliação:

As máquinas ou protótipos, as fotografias e a documentação gerada, serão avaliados pelos professores participantes do projeto, cada um dentro do escopo de sua disciplina e poderão compor as notas das avaliações regulares da instituição escolar.

Para Professores:

O trabalho proposto, além de todo conteúdo Físico, tem por objetivo despertar nos alunos o gosto por uma leitura pouco difundida: a ficção científica. Alguns especialistas e estudiosos acreditam que a aversão da maioria dos jovens as ciências ditas exatas, se deve ao pouco incentivo a esse gênero textual.

O *Steampunk* é um subgênero da ficção científica ou ficção especulativa, que ganhou fama no final dos anos 1980 início dos anos 1990. Trata-se de obras ambientadas no passado, no qual os paradigmas tecnológicos modernos ocorreram mais cedo do que na história real (ou em um universo com características similares), mas foram obtidos por meio da ciência já disponível naquela época - como, por exemplo, computadores de madeira e aviões movidos a vapor. É um estilo normalmente associado ao futurista *cyberpunk* e, assim como este, tem uma base de fãs semelhante.

Uma das preocupações do professor deve ser quanto à fonte de calor escolhida pelos alunos. Nos primeiros testes os mesmos verão que o rendimento é muito inferior ao projetado e tentarão usar fontes cada vez maiores e, por consequência mais perigosas.

O professor deverá estudar com os alunos as melhores alternativas de melhoria de desempenho do equipamento, sem comprometer a segurança.

Há na internet diversos projetos de máquinas térmicas simples e de fácil construção. Pode-se usa-las com base para desenvolvimento, mas procurando superar o comum.

É importante a parceria com os professores das disciplinas de Artes: Eles colaborarão muito na pesquisa e decoração dos objetos construídos pelos alunos.

Embora no ensino médio os professores de Literatura estejam preocupados com a lista obrigatória de livros para os vestibulares, deve-se tentar uma parceria com os mesmos. Há vários filmes e livros ambientados em *Steampunk*.

Dado o grande número de dados gerados durante o processo, os professores de Matemática podem em muito colaborar no tratamento e apresentação dos mesmos.

A apresentação e avaliação dos resultados devem ser rigorosas para que os resultados da aprendizagem sejam significativos, sendo interessante um prazo adequado para sua execução (um mês tem sido um prazo razoável). Ao longo do período de execução é conveniente que o professor acompanhe o desenvolvimento dos trabalhos, auxiliando os grupos com maiores dificuldades. É interessante para uma boa qualidade dos relatórios, que haja uma pré entrega ou um esboço dos mesmos em data anterior a final.

Os testes devem ocorrer em local adequado, nunca em sala de aula, pois estaremos utilizando materiais em combustão. A proximidade de equipamentos de combate a incêndios como extintores deve também ser considerada.

Apêndice C

Projeto "(Nome da escola): Tradição, História, Imagem e Dimensões": Aplicação dos Princípios da Óptica geométrica na confecção e utilização de instrumentos de medição.

Objetivos:

Os principais objetivos deste projeto são o levantamento topográfico, dimensional e histórico das dependências e instalações da escola (ou de algum lugar ou objeto de interesse), efetuado com instrumentos construídos pelos próprios alunos, com bases nos princípios da óptica geométrica.

Objetivo Didático:

Construção e utilização de instrumentos ópticos de medição e registro de imagens, com aplicação direta dos princípios de óptica geométrica aprendidos em sala de aula, além da possibilidade de um resgate das memórias da instituição escolar, via pesquisas e entrevistas.

No projeto e desenvolvimento, os alunos farão uso e aplicação dos princípios de óptica geométrica desenvolvidos em sala. Em uma aplicação real e concreta, com a resolução do problema e a construção e testes de protótipos, os conhecimentos alcançarão um nível de significância levando-os a melhor fixação e internalização dos mesmos.

Justificativa:

O estudo da óptica geométrica há muito tem sido relegado à simples construções de imagens, cálculos de distâncias entre espelhos e imagem ou desvio angular promovido pela refração, resultando em uma amontoado de teoremas, fórmulas e regras pouco atrativas e de difícil compreensão para o estudante. Paradoxalmente, a óptica da visão, a fotografia, os telescópios e binóculos são objetos de grande interesse dos jovens. Pretende-se neste projeto aproximar o objeto de estudo da pré-disposição ao desafio e descoberta do jovem, promovendo uma forma alternativa ou complementar de aprendizagem. O levantamento memoriográfico e historiológico permitirá aos alunos o conhecimento das raízes da instituição, seus desafios durante implantação e desenvolvimento e prospecção pra o futuro.

Metodologia:

Divididos em grupos componentes, os alunos confeccionarão três instrumentos: Um medidor de paralaxe, um "altímetro" e uma máquina fotográfica "*pinhole*". De posse desses instrumentos, receberão por sorteio a incumbência de realizar o levantamento dimensional, fotográfico, histórico e topográfico de uma parte ou detalhe da escola. O levantamento historiográfico se dará através de pesquisas em sites e entrevistas com antigos funcionários e ex-alunos, em parceria com professores de História.

Regras:

1- Os materiais utilizados na confecção dos instrumentos devem preteritamente ser de reuso (recicláveis). Exemplos: Garrafas PET, Papel, Papelão, Espuma, Isopor etc.(exceto o transferidor e papel fotográfico).
2- As fotografias devem ser obtidas obrigatoriamente com a máquina "*pinhole*". Pode-se neste item utilizar papel fotográfico (mais adequado) ou registrar a imagem por câmeras digitais acopladas a *Pinhole*.
3- As dimensões e levantamento topográfico devem obrigatoriamente ser efetivados com os instrumentos confeccionados pelo grupo.
4- Os passos para obtenção dos materiais e construção dos instrumentos devem ser registrados em fotografia e vídeos.
5- O levantamento histórico não deve ser unicamente retirado da bibliografia ou internet, exigindo pesquisa de campo e entrevistas com funcionários e ex-alunos.

Avaliação:

Os instrumentos, as fotografias e a documentação gerada, serão avaliados por uma comissão julgadora, escolhida ou convidada pelo Coordenador do Ensino Médio e pelo Professor de Física.

A avaliação dos resultados obtidos e do Relatório Técnico poderão compor as notas do sistema de avaliação da escola.

Possibilidade de integração com as disciplinas: Física, Química, Geografia, História, Topografia e Fotografia.

Este projeto é bastante adequado a turmas de cursos técnicos, em especial os de Construção Civil e Arquitetura.

Para Professores:

A câmara "*pinhole*" é bastante simples de ser construída existindo bons tutoriais na internet. Entre eles destaca-se o site www.cidadeinvertida.com.br, com vários projetos e propostas interessantes. Em geral, os maiores problemas são a compra e manipulação do papel fotográfico e sua revelação ao final do processo, embora isso configure um bom argumento para trabalho em conjunto com professores de Química e Artes.

Uma alternativa, bastante adequada nos dias de hoje, dado a "invasão digital", é a construção da câmara escura, substituindo o fundo, onde se coloca o papel fotográfico, por papel vegetal e registrar as fotografias digitalmente através dele.

Os instrumentos de medição "altímetro" ou "inclinômetro" e "medidor de paralaxe" são a base de funcionamento do teodolito e sua construção é simples e de baixo custo.

Abaixo, seguem links com tutoriais bastante detalhados.

http://goo.gl/bfA8mi

http://goo.gl/vAzG9l

http://goo.gl/Rg0bxm

O levantamento das memórias da escola deve ser feito através de pesquisas de campo, com entrevistas a professores e funcionários antigos, ex-alunos, comunidade e visitas a bibliotecas e repartições públicas. A ideia é fugir do modelo hoje já tradicional, de pesquisa em sites de busca, pois o que se pretende aqui é o resgate da história não registrada, a memória viva.

A união de esforços com os professores de História renderá bons resultados, pois os mesmos tem domínio sobre a metodologia e orientarão os alunos em seus questionários e entrevistas.

O projeto foi concebido para aplicação após a aquisição dos conhecimentos em óptica geométrica, mas pode ser adaptado para qualquer momento da aprendizagem.

O professor pode também fornecer aos alunos um modelo de relatório experimental científico, que pode ser simplificado. No entanto, muito mais que os protótipos, o relatório se torna um importante instrumento de aprendizagem, pois nele devem ser registradas todas as informações e dados construtivos, incluindo cálculos e esquemas dos fenômenos envolvidos.

A apresentação e avaliação dos resultados devem ser rigorosas para que os resultados da aprendizagem sejam significativos, sendo interessante um prazo adequado para sua execução (um mês tem sido um prazo razoável). Ao longo do período de execução é

conveniente que o professor acompanhe o desenvolvimento dos trabalhos, auxiliando os grupos com maiores dificuldades. É interessante para uma boa qualidade dos relatórios, que haja uma pré entrega ou um esboço dos mesmos em data anterior a final.

Sendo uma atividade onde há grande envolvimento dos alunos, o professor por vezes deverá mediar conflitos internos aos grupos.

A apresentação final dos resultados pode ser feita na forma de uma exposição das fotografias e dados levantados, disponibilizando à comunidade os resultados das pesquisas.

Apêndice D
Projeto “Pontes de canudos”.

Objetivos:

O principal objetivo deste projeto é a construção de uma ponte de canudos de refrigerantes entre dois pontos especificados.

Objetivo Didático:

Aplicação das três leis de Newton para a mecânica no desenvolvimento de uma ponte de canudos plásticos. No projeto e desenvolvimento, os alunos farão uso e aplicação das Leis de Newton, cujos princípios deverão ser desenvolvidos em sala de aula. Em uma aplicação real e concreta, com a resolução do problema e a construção e testes de um protótipo, os conhecimentos desenvolvidos poderão alcançar um maior nível de significância, que os levará a melhor fixação e internalização dos mesmos.

Justificativa:

A estática, nas Leis de Newton, é um dos assuntos mais árduos de ser tratado, em geral pela alta matematização com que é apresentada e pela pouca conexão com a visão de mundo dos alunos. Seu estudo se resume, na maioria das vezes, a um amontoado de fórmulas e esquemas, muito distantes da realidade vivida pelos adolescentes. Paradoxalmente, verifica-se que sua aplicação é mais do que frequente, fazendo parte da maioria dos aparatos, construções e estruturas ao nosso redor.

Ao propor esta atividade, espera-se despertar em cada aluno, um sentimento comum aos jovens, o gosto por desafios e jogos, reforçados pela proposta de avaliação. Aproveitando essa característica natural, incentiva-se a resolução de um problema real, em uma espécie de competição, onde não há vencidos, apenas vencedores, dado que os conhecimentos desenvolvidos e aprendidos marcarão sua trajetória educacional.

Metodologia:

Inspirados no conhecido “campeonato de Pontes de Macarrão”, divididos em grupos de até cinco componentes, os alunos deverão construir uma ponte de canudos de plástico (refrigerante), unindo dois pontos pré estabelecidos (por exemplo, duas bancadas do laboratório de Física, dois bancos do pátio, duas carteiras na sala de aula etc.) e que suporte a maior carga possível.

As fotografias, os estudos de esforços, cálculos e pesquisas, deverão ser apresentados em forma de relatório, conforme modelo fornecido.
O prazo para entrega do projeto é em geral, de um mês.

Regras:

Estas regras foram elaboradas com base em projetos já desenvolvidos, mas poderão ser adaptadas, reformuladas ou estendidas, de acordo às características da turma, escola, professor ou objetivo didático.

1- Somente poderá ser utilizado um tipo de canudo (dessa forma acrescenta-se maior nível de dificuldade a atividade);
2- As uniões devem ser somente coladas (rebites, arame, grampos devem ser evitados);
3- Deve-se basear a construção em treliças planas, pois modelos mais avançados em geral não são tratados no Ensino Médio (pode-se combinar mais de um tipo);
4- Deve-se apresentar no relatório todos os cálculos referentes à estrutura construída.

Avaliação:

A avaliação dos resultados obtidos e do Relatório Técnico, poderão fazer parte do sistema tradicional da escola. Uma sugestão de avaliação, que aumenta a participação e empenho dos alunos, é a atribuição da maior nota ao grupo que obtiver melhor relação entre a massa da ponte construída e a carga suportada.
Assim estabelece-se um padrão de comparação, escalonando os resultados e premiando as equipes mais empenhadas, numa espécie de competição, muito agradável aos alunos.

Apêndice E
Projeto "Observando estruturas e reconhecendo esforços" : Estudo de campo.

Objetivos:

Os principais objetivos deste projeto são o levantamento fotográfico, a identificação e o reconhecimento de esforços em uma estrutura.

Objetivo Didático:

Observação e identificação da aplicação das três leis de Newton para a mecânica. Neste trabalho, os alunos farão uso e aplicação das Leis de Newton, cujos princípios são normalmente desenvolvidos em sala de aula. Em uma observação e análise direta, os conhecimentos desenvolvidos poderão alcançar um maior nível de significância, levando-os a melhor fixação e internalização dos mesmos.

Justificativa:

A estática, nas Leis de Newton, é um dos assuntos mais árduos de ser tratado, em geral pela alta matematização com que é apresentada e pela pouca conexão com a visão de mundo dos alunos. Seu estudo se resume, na maioria das vezes, a um amontoado de fórmulas e esquemas, muito distantes da realidade vivida pelos adolescentes. Paradoxalmente, verifica-se que sua aplicação é mais do que frequente, fazendo parte da maioria dos aparatos, construções e estruturas ao nosso redor.

Ao propor esta atividade, espera-se despertar em cada aluno, um sentimento comum aos jovens, o gosto por desafios e jogos, reforçados pela proposta de avaliação. Aproveitando essa característica natural, incentiva-se a resolução de um problema real, em uma espécie de competição, onde não há vencidos, apenas vencedores, dado que os conhecimentos desenvolvidos e aprendidos marcarão sua trajetória educacional.

Metodologia:

Em duplas, os alunos deverão fotografar uma estrutura do tipo treliça (pontes, viadutos, torres de telefonia ou eletricidade etc.), com referências de dimensões (Deve-se colocar ao lado da estrutura uma pessoa ou objeto de altura conhecida, para comparação).

Sobre a fotografia impressa, em uma folha de papel vegetal, identificar os esforços envolvidos (tração, compressão, cisalhamento), bem como as reações de apoio, estabelecendo relações entre as forças e suas reações de **forma qualitativa**.
Uma vez identificados os esforços, calcular seus valores aproximados.
As fotografias, os estudos de esforços, cálculos e pesquisas, deverão ser apresentados em forma de relatório, conforme modelo fornecido. O relatório deverá conter uma pesquisa sobre a estrutura fotografada, com dados históricos e construtivos da mesma.

Avaliação:

A avaliação dos resultados obtidos e do Relatório Técnico, poderão fazer parte do sistema tradicional da escola. O professor poderá escolher objetos ou estruturas conhecidos para poder comparar os valores encontrados pelos alunos dos reais.