



.....  
**Antonio Romero Lopes Neto**  
no Liceu de Artes e Ofícios de São  
Paulo, São Paulo, SP, Brasil  
E-mail: antonio-romero@uol.com.br  
.....

**P**rofessor de física há alguns anos, deparo-me constantemente com a dificuldade de abstração e estabelecimento de relações, tão necessárias para o aprendizado dessa disciplina, por parte não só dos alunos, mas também dos professores que a ministram.

Como já discutido em situações anteriores, a “disciplinarização” ou compartimentalização do conhecimento se fez necessária em um momento em que se massificou o ensino, no intuito de torná-lo acessível a todos. Não há dúvida que tal procedimento traz prejuízos ao ensino, visto que a excessiva especialização tende a alijar do contexto determinados conhecimentos.

Em um exemplo claro, em nossa área mesmo, é a cinemática: há conhecimento mais inútil? Na cinemática (no Ensino Médio, é claro), tratamos a velocidade e a aceleração como grandezas escalares e constantes, em uma clara violação das leis da natureza! No entanto, professores, coordenadores e principalmente alunos, engolem essa falácia e perpetuam um conhecimento desprovido de contexto e significado.

Os exemplos negativos não param por aí: as leis de Newton, inércia, dinâmica e ação e reação são tidas como verdades absolutas, exigindo de mestres e alunos a decoração de conceitos, sem relacioná-los com o cotidiano. Por outro lado, como ensinar física moderna e relatividade sem antes compreender os fundamentos da física clássica?

No mundo atual sabe-se muito mais de um dedo do que se sabia do corpo humano inteiro há trinta anos! Como não segmentar o ensino e o conhecimento por ele promovido em um mundo tão complexo e repleto de informações, e como

transformar informação em conhecimento nesse contexto?

Organizar currículos por projetos de trabalho é algo extremamente utópico nos dias de hoje: a estrutura de todo o ensino no Brasil se organiza em disciplinas. Possivelmente, nas séries iniciais, tais barreiras sejam mais facilmente transpostas, mas a partir do segundo ciclo e principalmente no Ensino Médio, tal intento representa mais que um desafio: é uma verdadeira luta quixotesca contra moinhos de vento. Como integrar disciplinas se nos vestibulares elas serão cobradas individualmente? Felizmente, observamos nos últimos

anos um movimento contrário: ENEM e algumas instituições integram em um mesmo texto os conhecimentos de diversas áreas.

O ensino por projetos tende a trazer ao aluno a significância do saber. Não basta agora decorar fórmulas e teoremas, deve-se saber onde estes se aplicam ao seu dia-a-dia.

No entanto, integrar por integrar, na utopia do multi, trans, poli ou interdisciplinaridade, acompanhando algo que surge como o novo modismo da educação, não passa disso mesmo: atendimento a um modismo, mais um modelo importado e enfiado goela abaixo dos educadores. Pedagogos de gabinete, que jamais pisaram em uma sala de aula real, fundamentam suas teses em estágios, escolas de aplicação ou cursos de formação de professores, onde no máximo têm uma visão parcial das venturas e desventuras dos educadores reais, que para sobreviverem abarrotam-se de aulas e, por consequência, de provas, diários, trabalhos, recuperações...

Um projeto de ensino remete a reflexões: como ou porque devo ensinar tal

**O ensino por projetos tende a trazer ao aluno a significância do saber. Não basta agora decorar fórmulas e teoremas, deve-se saber onde estes se aplicam ao seu dia-a-dia**

Este artigo tem por finalidade descrever uma experiência bem sucedida no ensino de física através da utilização das leis de Newton para construção de um objeto material em atendimento a um desafio. Os alunos envolvidos cursavam o primeiro ano do Ensino Médio e técnico integrado.

assunto? Como torná-lo no mínimo plausível? Como revesti-lo de significado? Como torná-lo mais interessante que os múltiplos estímulos a que os jovens estão submetidos? Além disso, ao organizar um currículo por projeto, obrigamos os professores a mais reuniões, desde a elaboração, escolha dos temas, sistemas de avaliação e acompanhamento. Mais sobrecarga de trabalho! Nesse panorama nada amigável, pequenas atitudes, como integrações parciais, de apenas duas ou três disciplinas, configuram-se uma proposta alternativa razoável, um ensaio, uma prospecção.

### Metodologia

Na ânsia de que meus alunos extrapolassem as paredes da sala de aula e vissem um significado para tantas fórmulas e equações, propus um trabalho diferente para o fechamento do segundo trimestre, justamente após todo o massacre da cinemática e leis de Newton. Antes é claro, planejei adequadamente e prospectei possíveis resultados, afinal, são nove salas de primeiros anos, perfazendo quase 300 alunos! Brincar com suas cabeças é algo inimaginável!

A proposta: denominei "Projeto OVO - Utilização das leis de Newton no desenvolvimento de uma embalagem resistente a quedas". O desafio, tal qual foi entregue aos alunos, está anexado junto a um sistema de avaliação. Basicamente, consiste no projeto e confecção de uma caixa onde seria colocado um ovo de galinha cru, sendo esta lançada de uma altura equivalente a dois andares (cerca de seis metros) (Fig. 1). Após a queda, o ovo obviamente deveria estar intacto. Deviam ser usados exclusivamente materiais de reuso (reciclados). Apenas cola, fitas colantes e materiais de fixação ou decoração, desde que não influenciassem nos resultados, poderiam ser novos (Fig. 2).



Figura 1 - Embalagem com "cintos de segurança".

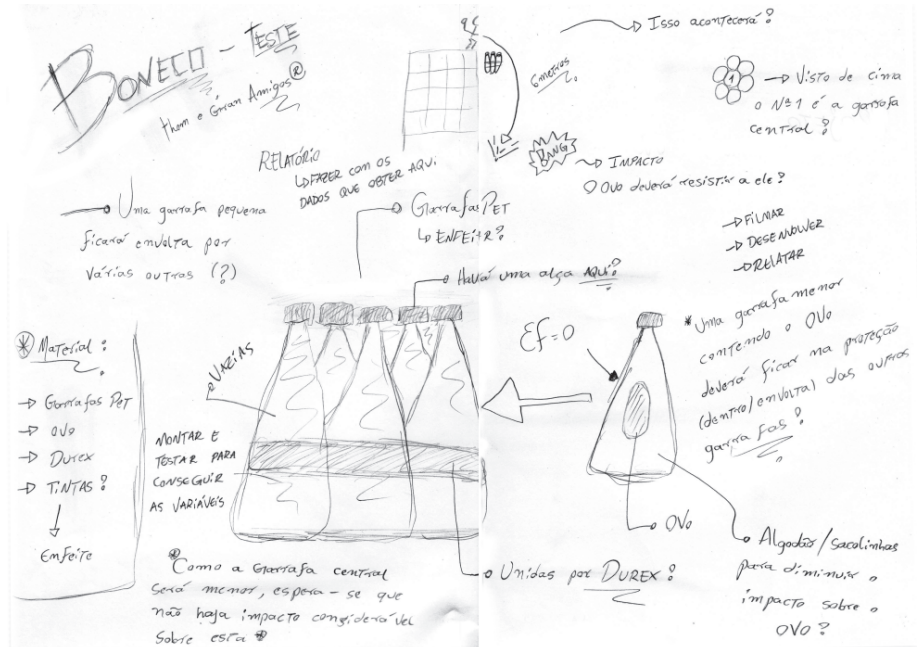


Figura 2 - Diagrama de projeto.

A caixa em si não representaria um desafio à altura dos alunos, pois poderiam partir da antiga e consagrada técnica do empirismo, ou tentativa e erro. Mas o fato relevante aqui se deu pela elaboração de um relatório experimental simplificado, onde o grupo de alunos devia explicar, inclusive com cálculos, o sucesso ou não de seu protótipo. Esse foi o grande desafio: integrar teoria e prática.

No relatório (Fig. 3), além do embasamento teórico, dos cálculos e fotografias os alunos precisavam elaborar uma conclusão ou discussão final, estabelecendo um diálogo entre a teoria estudada e os resultados obtidos, mostrando o que eles realmente aprenderam além dos livros. Os testes foram realizados nas dependências da escola, onde os funcionários da manutenção montaram um conjunto de andaimes (Fig. 4), que contava ainda com um suporte composto por uma barra de ferro com uma roldana. Os protótipos construídos pelos alunos dispunham de uma alça, para sua suspensão através de um gancho fixado a uma corda. Os testes se configuraram em um evento de proporções apreciáveis, assistidos por praticamente toda a escola. A cada embalagem que atingia seu objetivo, ouvia-se a satisfação dos construtores expressa em gritos e aplausos (Fig. 5).

Apenas pelos testes o projeto já seria vitorioso, tal o empenho dos alunos com pesquisas de diferentes materiais e técnicas construtivas. Vale ressaltar que entre os

Altura de lançamento = 5,2 metros  
 Tempo de queda = 1,1 segundos  
 Massa do ovo = aproximadamente 45 gramas  
 Massa do protótipo = 0,535 quilogramas  
 Aceleração da gravidade = 9,8m/s

$$V^2 = V_0^2 + 2a\Delta S$$

$$V^2 = 0 + 2 \cdot 9,8 \cdot 5,2$$

$$V = 10,0955 \text{ m/s}^2$$

$$a = V/t$$

$$a = 10,0955/1,1$$

$$a = 9,177 \text{ m/s}^2$$

$$F = m \cdot a$$

$$F = 0,535 \cdot 9,8$$

$$F = 5,253 \text{ Kgf}$$

$$P = F/A$$

$$P = 5,243/16,15,5$$

$$P = 0,02014 \text{ Kgf/cm}^2$$

Desaceleração:  
 $a = v/t$ , sendo  $v = 10,0955 \text{ m/s}$  e  $t$  um valor muito próximo de zero, o protótipo possui desaceleração de aproximadamente dez metros por segundo ao quadrado

Figura 3 - Cálculos realizados por um dos grupos.

alunos havia duas salas de técnicos em edificações e, aparentemente, estruturas e cálculos associados lhes deveriam parecer familiares.

As estruturas construídas por eles em muito superaram minhas expectativas: conjuntos de molas, proveniente de espirais de cadernos, treliças de papel ou papelão, cintos de segurança e air bags, feitos de tecido e barbantes, uma parafernália



Figura 4 - Local dos testes. Em detalhe: andaimes de lançamento.

digna dos mais avançados cursos de criatividade para engenheiros! (Fig. 6). Mas nada disso teria valia se não estivesse acompanhado do respectivo relatório, onde se elucidaria cada fase do projeto, demonstrando claramente a intenção de seus criadores com cada material e sua disposição, os estudos das leis de Newton com cálculos, diagramas de força (Fig. 7) e demais particularidades, e, principalmente, as conclusões e discussões finais. A seguir, excertos dos relatórios dos alunos:

“... as somatórias de forças do protótipo são mais complicadas que uma somatória de força de, por exemplo, uma treliça, pois na somatória de força nas treliças só há um tipo de força, mas no protótipo era mais de uma força atuando sobre o corpo.”

“Nós observamos que as leis de Newton podem determinar desde pequenos problemas, como realizar esse protótipo, até problemas em escala universal, como descrever o movimento de planetas...”



Figura 5 - Grupos comemorando resultado positivo. Em detalhe: embalagem aberta.

“Com a realização deste projeto, conseguimos observar que as leis de Newton estão inseridas em nossas vidas, mais frequentemente do que imaginávamos e também aprendemos como a lidar com elas...”

“Nós não tínhamos todos os conhecimentos físicos e matemáticos necessários para criarmos uma idéia de protótipo a partir de cálculos, porém, conhecendo algumas propriedades dos materiais e os

requisitos que o projeto deveria cumprir, como manter o sistema todo em equilíbrio, pudemos criar o experimento e após isso achar argumentos matemáticos para explicação”

“As leis de Newton estão em todos os momentos, em todos os movimentos e ações da natureza, pois em todo momento estamos exercendo alguma força, estamos nos movimentando, estão havendo resistências e reações a este movimento.”

“A tarefa de criar um recipiente que impedisse a quebra do ovo nos pareceu inicialmente muito difícil ou até mesmo impossível. No entanto, percebemos que, relacionando conteúdos simples que aprendemos em classe, como as três leis de Newton, poderíamos confeccioná-lo sem grandes dificuldades.”

“O desafio de criar uma embalagem que suportasse uma queda livre de seis metros nos pareceu algo pesado e de grandes elaborações. Porém, aplicando as temáticas descritas anteriormente, através dos conceitos estudados ao longo da etapa, percebemos que a tarefa não foi complicada como parecia”

“...pudemos perceber que a física se encaixa em praticamente todos os momentos do nosso dia a dia...”

“Observamos então... diversos conceitos aprendidos em sala de aula, tais como ação e reação, pres-



Figura 6 - Embalagem com molas e amortecedores de algodão.

são, inércia, força normal, velocidade e aceleração...”

“...usamos as leis de Newton para as coisas mais fúteis do nosso dia a dia e que mesmo às vezes utilizamos essas leis e nem sabemos disso, como no caso da embalagem resistente.”

“Pesquisamos vários livros e assuntos correlatos, observando que em sua maioria os eventos tratados de forma bastante teórica e inconsistente se comprovam na prática.”

“O que podemos concluir e tirar como aprendizado dessa experiência é que para fazer o protótipo funcionar não é necessário o uso de materiais sofisticados ou de alta tecnologia, e sim de um estudo lógico, por meio de contas, testes e principalmente princípios físicos existentes, os quais explicam fenômenos ocorridos que vivenciamos diariamente de uma maneira inteligente e racional.”

Estes são alguns trechos das conclusões dos alunos, escolhidos por mim, tarefa difícil, pois todos os quase 50 relatórios apresentavam reflexões interessantes.

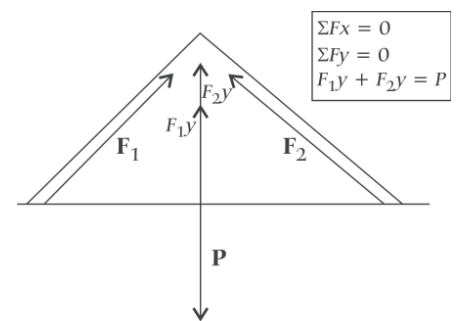


Figura 7 - Diagrama de forças atuantes na embalagem segundo a visão dos alunos.

Preservei a escrita dos próprios alunos, todos de primeiro ano do Ensino Médio, com idades entre 14 e 16 anos.

## Conclusões e discussões finais

Frequentemente fala-se da apatia dos alunos em sala de aula e da dificuldade que os mesmos apresentam quando do estudo das disciplinas física, química e matemática. O fato de hoje colhermos os frutos de experiências ou teorias mal implantadas, como a “aprovação automática”, dificulta e explica em parte tais obstáculos, mas de maneira nenhuma inviabiliza o aprendizado dos mais refinados teoremas e proposições. Ao organizar um currículo ou ao menos parte dele por projetos de ensino, tem-se a oportunidade de dar significado ao aprendizado, trazendo para o mundo real conceitos tão difíceis de aprender em sala de aula e tão desprovidos de significado para os alunos. As perguntas que sempre nos rondam, a cada novo assunto ou conceito, “para que me serve isso?” ou “onde eu vou usar isso?”, pelo projeto em si já são respondidas.

Minhas conclusões, como professor, são que quando desafiados, nossos alunos podem nos surpreender. Como relatei ao longo deste texto, os quase trezentos alunos resultaram em cerca de 50 grupos de trabalho, ou seja, 50 protótipos e 50 relatórios. Destes, apenas cinco não atingiram o objetivo (não quebrar o ovo) e menos de 10 não apresentaram relatório adequado.

A formação do aluno, em um contexto de projeto de trabalho, permite a prática pedagógica, centrada no desenvolvimento e associação de atitudes intencionais. Um projeto de trabalho requer um conjunto de tarefas que tendem a um progressivo envolvimento dos alunos, seja no contexto social ou individual, com ou sem orientação do professor. Um desafio ou projeto de trabalho situa-se como uma proposta de intervenção pedagógica que dá a atividade de aprender um novo sentido, em vista às tentativas de resolução da situação problema. Um projeto gera situações de aprendizagem para muito além dos muros da escola, propiciando aos educandos momentos de reflexão, pesquisa, construção da autonomia, do espírito de liderança, da convivência e do trabalho em grupo, atividades muito pouco ou nada trabalhadas em sala de aula. Ao ter a oportunidade de

decidir, escolher, opinar, criticar, dentro do projeto de trabalho, o aluno gera novas necessidades de aprendizagem,

tornando-a ativa, interessante, significativa, real. A educação formal passa a ser então agradável, estimulante, divertida.

## Anexo 1

### Objetivo

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

### Objetivo didático

Ao longo do segundo trimestre os alunos estudaram as três leis de Newton, desde a inércia e a estática, culminando com a dinâmica. No desenvolvimento dessa embalagem eles farão uso e aplicarão todos os princípios envolvidos nesses tópicos. Saindo do estudo teórico, em uma aplicação real e concreta, com a resolução do problema e a construção de um protótipo, tais conhecimentos alcançarão um nível de significância que levará os alunos à fixação e internalização dos mesmos.

### Metodologia

Divididos em grupos de até cinco componentes, os alunos confeccionarão uma embalagem que resista à queda de uma altura pré-determinada, tendo em seu interior um ovo de galinha cru que, obviamente, deve estar intacto ao fim do processo.

### Regras

- Os materiais utilizados na confecção do protótipo deve obrigatoriamente ser de reuso (recicláveis). Exemplos: garrafas PET, Papel, papelão, espuma, isopor, etc.
- 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.
- 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.
- O tamanho limite para a embalagem é de 50 x 50 x 50cm.
- A embalagem deve ter uma abertura

por onde será colocado e retirado o ovo.

- Poderão ser usados elementos de fixação como cola, fita adesiva e barbanete, além de decorativos, como papel e tinta.

- A altura para teste será de dois andares, cerca de seis metros.

- A queda deve ser livre, isto é, não serão permitidos artifícios que retardem ou amenizem a queda, como pára-quadras ou efeito planador.

- Todo o desenvolvimento e testes devem ser documentados com fotos e/ou vídeos.

Acarretará desclassificação automática, com nota atribuída igual a zero, para toda a equipe, qualquer desobediência as regras estabelecidas.

A data de entrega dos protótipos e relatórios é inegociável e será estabelecida com base nas atividades da Semana de Ciência e Tecnologia.

### Avaliação

O protótipo 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 comporão a nota P1 do 3º trimestre de 2010, variando de zero a 10 pontos.

### Relatório

1. Estar de acordo à formatação do modelo fornecido e discutido;
2. Conter calculos, esquemas e explicações dos diagramas de forças;
3. Bibliografia;
4. Redação;
5. Reportagem do passo-a-passo.

### Protótipo

1. Cumprir o objetivo;
2. Materiais;
3. Criatividade;
4. Dimensões;
5. Trabalho claro e apenas do grupo.

## Saiba mais

E. Morin, *A Cabeça Bem Feita: Repensar a Reforma, Reformar o Pensamento* (Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2008).

R. Hernandez e M. Ventura, *A Organização do Currículo por Projetos de Trabalho* (Artes Médicas, Porto Alegre, 1998).