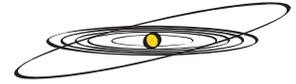




Novas Estratégias de Divulgação Científica e de Revitalização do Ensino de Ciências nas Escolas



Eduardo de Campos Valadares

Centro de Inovação Multidisciplinar
Depto. de Física – ICEx
Universidade Federal de Minas Gerais
C.P. 702, CEP 30123-970 Belo Horizonte-MG
E-mail: ecampos@dedalus.lcc.ufmg.br

Introdução

Nas últimas três décadas houve no Brasil um notável avanço nos programas de pós-graduação e uma expansão significativa do sistema universitário como um todo. Entretanto, o país ocupa ainda uma posição muito modesta no cenário internacional no que concerne a geração de patentes e de inovação tecnológica, para não mencionar o enorme contingente de pessoas excluídas socialmente.

O cenário descrito acima pode ser também atribuído ao nosso sistema educacional, em todos os níveis, que dá pouca ênfase à valorização do espírito empreendedor e ao trabalho manual criativo voltado para a inovação. O ensino de ciências praticado no Brasil, na grande maioria das escolas de nível médio e fundamental e, em grande extensão, também nas universidades, pressupõe uma atitude passiva dos alunos que não favorece a criatividade, a inovação e a transformação de conhecimento em riquezas. Ciente desta realidade, desenvolvemos no Departamento de Física da UFMG um projeto-piloto de divulgação científica de baixo custo que pretende estimular uma atitude mais pró-ativa no nosso sistema educacional e estreitar a relação das escolas com a comunidade. A experiência que acumulamos gerou uma metodologia de ensino de ciências¹ com potencial para reverter o quadro vigente.

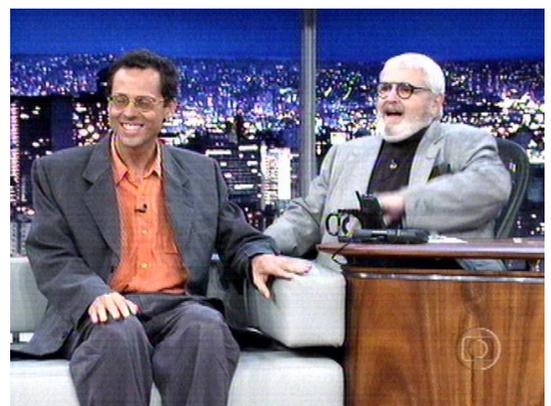
Neste trabalho apresentamos um relato de nossa tra-

jetória e as várias estratégias adotadas para popularizar a ciência a partir de protótipos baseados em materiais reciclados e de baixo custo, aliando trabalho em equipe, criatividade e o prazer da descoberta. Alguns experimentos são também descritos visando ilustrar o espírito da presente proposta.

Exposições Interativas em Shoppings, Praças e em outros Locais Públicos

A idéia original de nosso projeto² era disponibilizar para o grande público uma série de protótipos de baixo custo associados aos avanços tecnológicos de nossa época (aquecimento solar, robótica, foguetes, fibras ópticas de água, discos voadores/*hovercrafts* e testes aerodinâmicos, dentre outros). Para implementar a nossa proposta, contamos com a simpatia e o apoio financeiro do Instituto Euvaldo Lodi de Minas Gerais (IEL-MG), da Federação das Indústrias de Minas Gerais (FIEMG) e da UFMG através das Pró-Reitorias de Graduação e de Extensão. Com isto pudemos realizar pesquisa

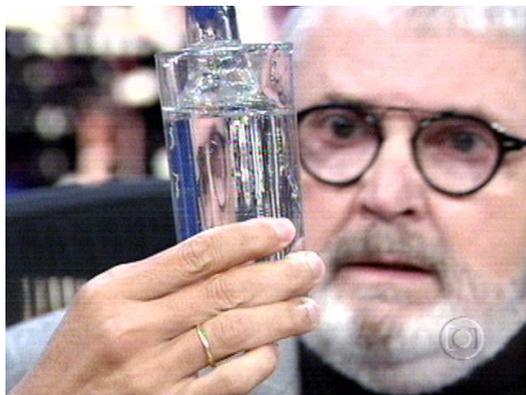
Este artigo apresenta um novo enfoque de divulgação científica voltado para a revitalização do ensino de ciências nas escolas dos ensinos médio e fundamental. Sua meta é a realização de projetos práticos de baixo custo visando o desenvolvimento da criatividade e da cidadania através de uma atitude pró-ativa de alunos e professores.



O autor de 'Física Mais que Divertida', prof. Eduardo Valadares, no programa de Jô Soares.

e desenvolvimento utilizando materiais reciclados e de baixo custo em condições compatíveis com a realidade da maioria de nossas escolas do ensino médio e fundamental. Nossa meta era demonstrar que é possível dotar as escolas de uma nova metodologia viável que revitalize o interesse de nossas crianças e adolescentes pela ciência e suas aplicações práticas e que contribua ao mesmo tempo para o desenvolvimento de uma atitude pró-ativa. É notório em nosso meio a predominância do ensino estritamente livresco e formal, sem vínculos com a realidade prática, e a ausência de desafios, o que inevitavelmente contribui para o desinteresse dos alunos pelas ciências e suas aplicações práticas, a despeito delas estarem presentes no seu dia-a-dia.

Organizamos diversas exposições em parques, *shoppings*^{2,3} festas infantis e até em acampamentos de escoteiros, além de participarmos da UFMG-Jovem, evento anual realizado no *campus* da UFMG que abrange as diversas áreas do saber e que atrai milhares de crianças e adolescentes. Uma preocupação que sempre tivemos foi o uso de uma linguagem acessível ao público leigo e a criação de um ambiente favorável à descoberta. A excelente acolhida do público nos encorajou a dar o próximo passo – a organização de oficinas de criatividade.



Jô Soares torna invisível uma garrafa contendo glicerina ao inseri-la em um copo contendo também glicerina, cujo índice de refração é quase igual ao do vidro.

Oficinas de Criatividade: Desafios e Descobertas

O objetivo das oficinas é criar um verdadeiro ateliê científico e tecnológico, um ambiente instigante onde os participantes se sintam estimulados a trabalhar em equipe e a desenvolver novas idéias, associando conceitos básicos a projetos práticos. Um dos desafios é a realização de projetos inovadores utilizando materiais reciclados e de baixo custo, o que torna a nossa proposta acessível a *todas* as escolas.

'Física Mais que Divertida', com mais de 100 experimentos de baixo custo, leva uma visão mais prática do ensino de ciências para um número cada vez maior de escolas

Num primeiro estágio os participantes realizam projetos simples, visando adquirir habilidades manuais e uma base prática de como resolver problemas específicos

utilizando ferramentas de uso doméstico e materiais encontrados em toda parte. Já neste estágio é comum surgirem novas idéias e o projeto adquire então um caráter inovador. Os protótipos são testados exaustivamente, convertendo-se em instrumentos de descoberta e tornando-se fonte de novas idéias.

Em uma etapa posterior das oficinas é colocado aos participantes o desafio de conceber e implementar os seus próprios projetos.

Temos testado nossa metodologia em escolas públicas e privadas, centros de criatividade e na própria UFMG, abrangendo crianças na faixa de 6 a 12 anos, adolescentes e adultos, incluindo professores do ensino médio e fundamental, com excelentes resultados.

Estamos oferecendo, pela primeira vez na Universidade, um curso de divulgação científica para a graduação, voltado à concepção e organização de tais oficinas e de exposições interativas do acervo nelas produzido. A idéia central é que as escolas possam gerar o seu próprio acervo de inovações e organizem exposições interativas para o grande público em *shoppings*, parques e em eventos

sócio-culturais, ampliando assim o seu papel social. A nossa experiência tem demonstrado que tais exposições aumentam consideravelmente a auto-estima e a auto-confiança de professores e alunos e permitem levar à comunidade projetos criativos e lúdicos que ilustram a importância da ciência e da tecnologia no nosso dia-a-dia, contribuindo assim para uma melhoria da cultura científica de nossa população e para a disseminação da importância da criatividade e da atitude empreendedora para o nosso desenvolvimento sócio-econômico. Outro ponto fundamental a ser ressaltado é o interesse da mídia por projetos educacionais desta natureza, permitindo atingir um público bastante amplo.

Produção de Material Didático

Como resultado de nossas ações produzimos um livro com mais de 100 experimentos de baixo custo, *Física Mais que Divertida*⁴, cuja versão em alemão será publicada no início de 2002. Atualmente estamos atuando no ambiente das escolas através de oficinas com projetos baseados no livro. Os resultados obtidos são bastante animadores. A nossa expectativa é levar uma visão mais prática do ensino de ciências para um número cada vez maior de escolas e, uma vez gerada uma massa crítica, pretendemos realizar competições locais de projetos inovadores e incentivar as equipes mais inovadoras a participarem de competições internacionais.

A nossa meta é ampliar o escopo do nosso projeto através da produção de novos livros e de um portal na internet com um banco de idéias e espaço para troca de experiências. Concebemos também uma exposição interativa permanente de "Física divertida", sediada no Museu de História Natural da UFMG, a primeira do gênero de Belo Horizonte. Além disso, estamos concebendo programas educacionais voltados para professores e pretendemos divulgar nossa metodologia em escolas de periferia, em esforço integrado envolvendo a universidade, o poder público e a comunidade. Um ponto a ser ressaltado é que o sucesso de tais ações depende crucial-

mente da formação de uma ampla rede envolvendo escolas, universidade, mídia, livrarias, *shoppings*, indústria, governos estaduais e municipais e agências federais de fomento, dentre outros. Vivemos um momento extremamente propício à disseminação de novos paradigmas educacionais, já que tais instituições demonstram consciência da importância da inovação no contexto educacional para o progresso econômico e social do país, disponibilizando recursos financeiros para programas desta natureza.

Exemplos de Experimentos de Baixo Custo

Sustentação das Asas de Aviões

Material: folha de papel, linha fina de costura ou pequenas tiras de papel, cola ou fita adesiva.

Passo a passo: Segure uma folha de papel (“asa”) com os dedos das duas mãos e depois sobre por cima da folha e depois por baixo dela, como indicado na Figura 1. Este experimento mostra que tanto as correntes de ar que passam por baixo da “asa” como as que



Figura 1. Ilustração do princípio de sustentação de uma asa de avião.

passam por cima da mesma contribuem para a sustentação da asa. A velocidade do ar que sai da boca praticamente só tem uma componente horizontal. A folha de papel força o ar a se mover ao longo de sua superfície curva, de modo que a velocidade do ar adquire uma componente vertical no sentido para baixo. Para observar este efeito basta você fixar uma das pontas de pequenos pedaços de linha fina de costura ou tiras de papel com cola ou fita adesiva em diferentes pontos na parte de cima e na parte de baixo da folha. Observe as linhas/tiras enquanto você sopra. A força de reação correspondente, em ambos os casos, é para cima, contrabalançando o peso da folha.

Túnel de Vento e Ângulo de Ataque

Material: garrafa pet de 2 L, cartolina, arame, cola, canudinho, ventilador (ou um bom fôlego)

Passo a passo: Corte a garrafa de modo a obter um tubo de 21 a 22 cm de comprimento com duas aberturas (túnel de vento). Com o arame, fabrique um garfo com dois longos dentes, conforme indicado na Figura 2. Faça dois rasgos paralelos de 7 cm de comprimento e uns 3 mm de largura na parte superior do tubo e dois furos na parte inferior do mesmo para encaixe dos dentes (veja a figura). Fabrique uma asa de cartolina com 7 cm de comprimento, como indicado. Faça nela dois furos com o diâmetro ligeiramente menor que o dos canudinhos atravessando a sua parte de cima e a de baixo e encaixe neles dois pedaços de canudinho (veja a Figura 2). Introduza os dentes do garfo nos dois rasgos, depois nos furos da asa e finalmente nos furos do tubo. Ao mover o cabo do garfo você pode modificar facilmente a inclinação da asa (o “ângulo de ataque”). Coloque a saída do túnel em frente a

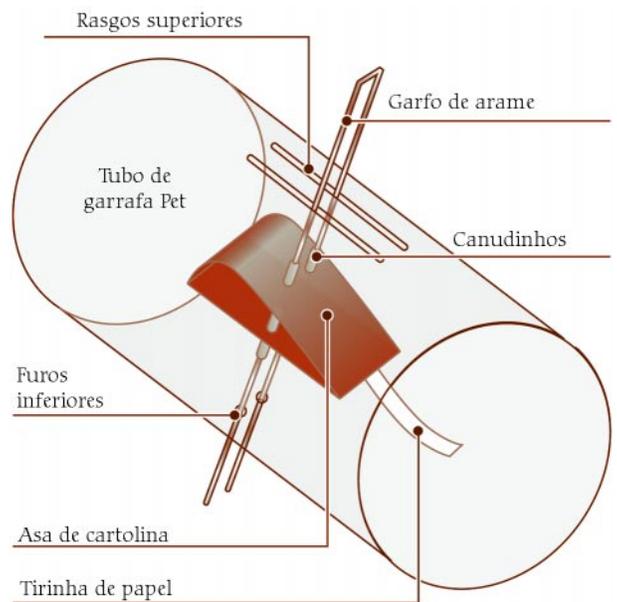


Figura 2. Esquema do túnel de vento.

um ventilador ligado, como mostrado, e veja o que acontece com a asa quando você varia o ângulo de ataque. Ao aumentar este ângulo, o vento, que acompanha o perfil da asa, adquire uma componente vertical cada vez maior, no sentido para baixo, como observado no experimento anterior com a folha de papel. A força de reação para cima tende então a aumentar. Entretanto, para ângulos de ataques acima de um certo valor crítico, a força de sustentação (reação) começa a diminuir devido ao aparecimento de turbulência. Para observar estes efeitos basta fixar na extremidade inferior da asa pedaços de fio de linha ou tiras pequenas de papel e aumentar gradualmente o ângulo de ataque da asa. Pode-se demonstrar facilmente que a asa se mantém suspensa pela ação do vento mesmo quando o avião fica de cabeça para baixo^{5,6}.

Raquetadas de Sabão^{4,7}

Material: aro de arame com cerca de 12 cm de diâmetro (tente aros com diâmetros menores!), tubo de caneta, água, detergente e glicerina (encontrada em farmácias em tubos de 100 mL).

Solução de sabão: Misture em um recipiente água (2 L), 250 mL de detergente 100 mL de glicerina.

Passo a passo: Mergulhe o aro na solução. Ao retirá-lo, um filme de

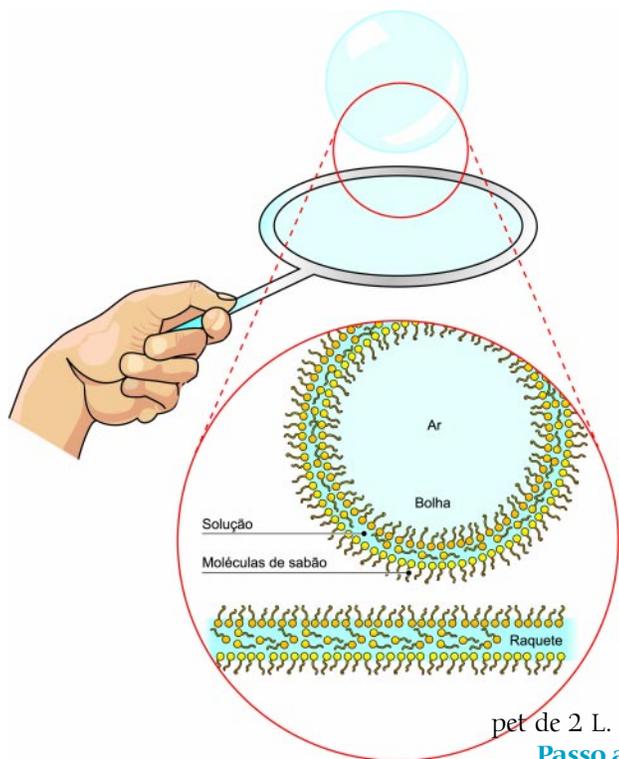


Figura 3. Ilustração de como a interação dipolar atua em uma solução de sabão.

sabão ficará ancorado no aro. Eis a sua raquete! Segure o seu cabo e mergulhe a ponta do tubo de caneta por alguns segundos na solução de sabão. Retire o tubo e sobre pela outra extremidade para obter uma bolha de sabão. Está pronta a bola! Pode começar a dar suas raquetadas. Você pode jogar tênis dessa forma graças às propriedades das moléculas típicas dos detergentes, chamadas de *hidrocarbonetos*. Cada uma dessas moléculas tem uma “cabeça” e uma “cauda”. Se a cabeça da molécula adora água, a sua cauda detesta. Pelas figuras, você pode ver que tanto na bola como na raquete as “caudas” das moléculas de detergente estão do lado de fora do filme de sabão. A bola e a raquete tendem a não se grudar porque as “caudas” de uma procuram evitar a água que está no filme da outra, devido a forças de repulsão de van der Waals (interação dipolo-dipolo).

“Tunelamento” de Objetos Macroscópicos⁴

Material adicional: bola de isopor com aproximadamente 2,4 cm de diâmetro ou bolinha de gude ou pedra (tente outros objetos) e uma garrafa

pet de 2 L.

Passo a passo: Mergulhe o aro na solução para obter um filme de sabão ancorado no mesmo (a “raquete”). Mergulhe em seguida a bola de isopor ou a bolinha de gude (ou outro objeto qualquer) na solução e em seguida deixa-a cair sobre a raquete. Este experimento mostra que a bola pode atravessar o filme sem destruí-lo, de modo análogo ao fenômeno atômico conhecido como *tunelamento quântico*. Neste caso um elétron pode atravessar uma “barreira” sem alterar as características da mesma. É como se o elétron cavasse um túnel enquanto atravessa a barreira, que se fecha à medida que ele avança. Você pode ainda ancorar nas paredes internas de um tubo de garrafa pet (veja “túnel de vento”) dois filmes de sabão paralelos (“barreira dupla”) e fazer a bola “tunelar” ambos os filmes sem destruí-los. Tente repetir o truque com duas raquetes, uma em cima da outra. É pura diversão!

6. Observações Finais

Acreditamos que a valorização da criatividade e da inovação através das ações propostas possa criar um clima mais favorável à inovação nas escolas e ao desenvolvimento pleno de nossas crianças e adolescentes e, por conseguinte, de nossa sociedade como um todo. Esta preocupação nos parece pertinente tendo em vista a crescente

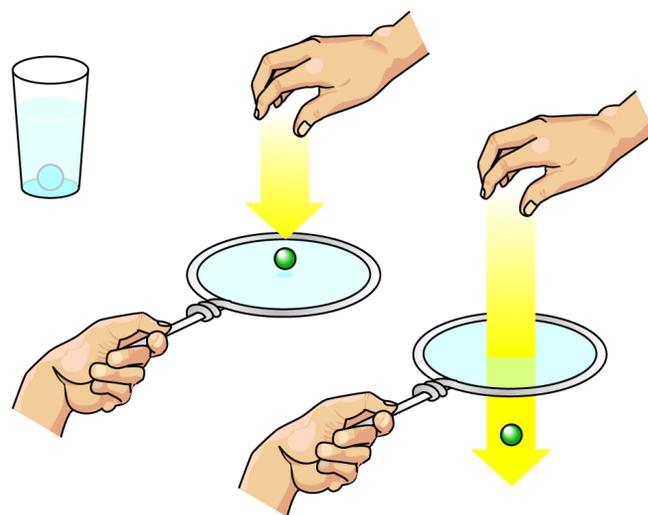


Figura 4. Exemplo macroscópico de ‘tunelamento quântico’: a bolinha passa pela ‘barreira’ sem alterar as características da mesma.

eliminação de postos de trabalho decorrentes do uso de robôs e *softwares*. Trata-se, em última análise, de uma questão de cidadania e de inserção sócio-econômica, já que na sociedade do conhecimento as pessoas serão valorizadas pela sua capacidade criativa de encontrar oportunidades e soluções para problemas e desafios.

As ilustrações dos experimentos, gentilmente cedidas pela Editora UFMG, foram retiradas da segunda edição do livro “Física Mais que Divertida” (no prelo).

Referências Bibliográficas

1. “Propostas de Experimentos de Baixo Custo Centradas no Aluno e na Comunidade”, Eduardo de Campos Valadares, *Química Nova na Escola*, n. 13, 2001. Veja também na internet : www.fisica.ufmg.br/divertida.
2. Physics on Sale – Brazilian Style, Eduardo de Campos Valadares, *Physics World*, v. 12, n. 3, p. 64, 1999.
3. “Ciência e Diversão”, Eduardo de Campos Valadares, *Ciência Hoje das Crianças*, n. 97, novembro de 1999, p. 23.
4. “Física Mais Que Divertida”, Eduardo de Campos Valadares, Editora UFMG, Belo Horizonte, 2000.
5. “A Comparison of Explanations of the Aerodynamic Lifting Force”, Klaus Weltner, *Am. J. Phys.*, v. 55, p. 50-54, 1987
6. “Aerodynamic Lifting Force”, Klaus Weltner, *The Physics Teacher*, v. 28, n. 2, p. 78-82 (1990).
7. “Raquetadas de Sabão”, Alessandro Jesus Ferreira de Oliveira, Esdras Garcia Alves e Eduardo de Campos Valadares, *Ciência Hoje das Crianças*, n. 106, setembro de 2000, p. 14-15.