

Carta do Editor

Há trinta anos, a Sociedade Brasileira de Física edita revistas que procuram revelar a pesquisa e o ensino de física no nosso país. A pioneira *Revista Brasileira de Física* foi desmembrada no *Brazilian Journal of Physics*, na *Revista Brasileira de Instrumentação e Física Aplicada* e na *Revista Brasileira de Ensino de Física* (RBEF).

Agora nasce a *Física na Escola* (FnE). Lançada como um suplemento da RBEF, a FnE pretende alcançar a sua independência em um futuro próximo.

A FnE quer ser a revista de formação e informação de todos os professores do ensino médio e de todos aqueles que se interessam em melhorar a qualidade do ensino de física em todos os níveis.

A SBF não pode mais ficar longe de uma comunidade ativa de professores e licenciados em física espalhados por este imenso território, muitas vezes trabalhando com dificuldades de toda ordem e sem apoio institucional, mas atuando entusiasticamente na formação de nossos jovens. A promoção das Olimpíadas Brasileiras de Física já trouxe para junto da SBF cerca de 800 escolas e mais de dois mil professores. Mas ainda é pouco.

A FnE surge no momento em que recentes fatos provocam um certo otimismo cauteloso, apesar das inúmeras dificuldades que o Brasil recorrentemente enfrenta. Dados preliminares do censo escolar de 1999 apontam um crescimento da matrícula no ensino médio de cerca de 57% desde 1994 e com uma projeção crescente até 2005. Ou seja, mais alunos cursando física, desde, é claro, que a disciplina não desapareça dos currículos escolares em virtude de uma interpretação equivocada dos novos parâmetros curriculares. Para que este fato não se concretize é necessária uma atuação firme dos professores de física junto aos diretores e conselhos

escolares. Outro fato auspicioso é o aumento expressivo na procura por cursos de licenciatura em física. Neste ano, alguns colegas estão visitando as instituições de ensino superior para avaliar a oferta dos nossos cursos de bacharelado e licenciatura. Talvez daí possam surgir proposições para a efetiva melhoria na formação dos futuros professores. Espalham-se pelo País cursos de atualização, oficinas científicas, centros de ciências e divulgação científica, e há um crescimento expressivo de laboratórios virtuais na Internet voltados ao ensino e/ou divulgação da física que podem vir a se constituir em importante ferramenta auxiliar do professor.

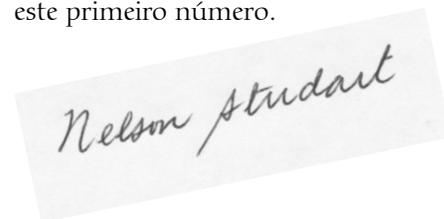
Planejamos o conteúdo da FnE com várias seções. **Artigos Gerais:** divulgação de tópicos atuais de conteúdo e metodológicos de interesse para o ensino médio numa linguagem acessível; **Desafios:** problemas desafiadores de física, que têm sido propostos em diversas situações, como livros, gincanas, olimpíadas etc, com solução discutida em detalhes. Tais problemas constituem subsídios aos professores que lidam com alunos com grande interesse e motivação pelos limites da física; **Faça Você Mesmo:** divulgação de experimentos e demonstrações simples que qualquer estudante pode realizar sem dificuldades. A idéia é propiciar material de fácil acesso a professores do ensino fundamental e médio; **Relatos de Sala de Aula:** divulgação de experiências valorizando as vivências de salas de aula; **História da Física e Ensino:** exploração de certos conceitos e/ou experiências que ilustrem a evolução dos conceitos da física; fonte de inspiração para a definição de conteúdos e proposição de estratégias; **Novas Tecnologias no Ensino de Física:** apresentação de *softwares*, vídeos e *sites* que possibilitem aos professores e/ou alunos utilizar um computador como instrumento de ensino-aprendiza-

gem; **Novidades na Física:** divulgação de avanços na física, Prêmios Nobel de cada ano, trabalhos relevantes de físicos brasileiros etc.; **Resenhas:** publicação de comentários e informações curtas sobre livros didáticos e paradidáticos, e outros; **Física, Tecnologia e Sociedade:** discussão dos aspectos da interface física/sociedade ressaltando as imbricações da ciência com questões tecnológicas e sociais e de sua necessidade para uma educação com cidadania.

Com o conhecimento destas diretrizes de cunho editorial, esperamos que os próprios contribuintes e o público leitor venham a definir o perfil da FnE e suas seções.

A implementação dos novos *Parâmetros Curriculares Nacionais* exigirá, para o seu sucesso, material didático criativo, bem elaborado e interdisciplinar, com a necessidade de atualização dos atuais conteúdos enfatizando a física contemporânea e a física do cotidiano. A FnE poderá contribuir nesta direção.

Devemos esta revista – em primeiro lugar – aos muitos físicos preocupados com o ensino e aos inúmeros professores do ensino médio que reivindicavam uma posição mais expressiva na vida da SBF. Ao atual Conselho Editorial da RBEF que, já em sua primeira reunião, aprovou e nos deu uma força enorme para a criação da revista. Aos membros do Conselho e Diretoria da SBF que deram uma demonstração de confiança apoiando a iniciativa mesmo sem conhecerem o projeto final da revista. E aos nossos colaboradores que aceitaram com entusiasmo a tarefa de contribuir para este primeiro número.



Nelson Studart

Ensinar física não é fácil. Aprender é menos ainda. Neste breve texto, eu gostaria de lançar algumas idéias que, na minha experiência como professor de física, são úteis não só no processo pedagógico, como também no próprio enriquecimento do professor através da experiência do ensino. Antes de mais nada, deve ser claro para todo professor que ensinar também é um processo de aprendizado. E não só da matéria que se está ensinando; ao ensinar, estabelecemos uma relação com aqueles que estão nos ouvindo. O educador, ao educar os outros, está constantemente se educando. Na minha opinião, educar é, também, um processo de auto-descoberta, em que a mensagem e seu significado refletem a visão de mundo do educador. Não existe uma mensagem sem um mensageiro, e aqueles que pensam que em física - e todas as ciências naturais - devido à sua formulação quantitativa, isso não se aplica, estão muito enganados (mesmo que eu esteja me concentrando em física, espero que este texto seja de interesse para educadores em qualquer área das ciências naturais).

damental: física é um processo de descoberta do mundo natural e de suas propriedades, uma apropriação desse mundo através de uma linguagem que nós, humanos, podemos compreender. Talvez a parte mais difícil no ensino da física seja a tradução do fenômeno observado em símbolo. Uma coisa é ver o pêndulo oscilar, outra é escrever uma equação que represente a variação da sua posição no tempo. Mas é justamente aqui que o desafio pode ser transformado em bônus; um dos aspectos mais belos da ciência é ela ser capaz de explicar quantitativamente fenômenos observados. Então, o ensino da física deve, *necessariamente*, conectar a visualização do fenômeno e sua expressão matemática. Lamentavelmente, ainda é possível para um aluno terminar a oitava série sem jamais VER algum fenômeno ligado às equações que ele ou ela estudou em classe. Eu mesmo sou vítima dessa prática de distanciamento entre a física da sala de aula e a física do mundo; só vi minha primeira demonstração na universidade!

Não existe nada mais fascinante no aprendizado da ciência do que vê-la em ação. E, contrariamente ao que se possa pensar, não são necessárias grandes verbas para montar uma série de demonstrações efetivas e estimulantes, tanto para o professor como para seus alunos. Se os alunos (ou o professor) não têm carro, use uma bicicleta para discutir conceitos básicos da física newtoniana. Se nem uma

bicicleta está disponível, use um carrinho de rolimã; certamente, algo se move na vizinhança de sua escola. Mais importante ainda é levar os alunos para fora da sala de aula, fazê-los observar o mundo através dos olhos de um cientista aprendiz. Estabeleça analogias entre o movimento de um pêndulo (que você traz no bolso, feito de pedra e barbante) e as oscilações dos balanços no parque ou nos

.....

Marcelo Gleiser

Professor de Física do Dartmouth College em New Hampshire, USA, e autor dos livros *A Dança do Universo* e *Retalhos Cósmicos* (Cia. das Letras). É ainda colunista de divulgação científica da *Folha de São Paulo* e colabora no *Globo Ciência*.

.....



Os comentários acima são válidos para o ensino da física em todos os níveis. Desde uma simples demonstração do movimento pendular para alunos do nível básico ao cálculo da função de correlação de um campo quântico, o ensino da física deve sempre expressar sua característica mais fun-

Ensino de física - ou de ciências, para sermos mais abrangentes - e sua aprendizagem não são fáceis, tanto para quem ensina como para quem aprende. Contudo, o professor mais atento pode tornar o processo mais palatável e, quem sabe, ele próprio desfrutar de uma nova concepção de sua atividade.

galhos das árvores. Explique a idéia de modelar o mundo, que é tão fundamental para a ciência, enquanto seus alunos brincam com o pêndulo feito de pedra e barbante e as árvores oscilam ao vento; oscilações forçadas, ação e reação, ressonância... Às vezes, nós educadores esquecemos de nos empolgar com a beleza daquilo que estamos ensinando. Nesse caso, como podemos esperar que nossos estudantes se empolguem por si próprios? Como nos átomos, é necessário um fóton para estimular uma transição para um nível superior. E a frequência do fóton não é arbitrária, mas deve ser ajustada com grande precisão para que o estímulo seja bem sucedido. A mensagem do educador também.

Gostaria de avançar quatro pontos que, acredito, são muito úteis para nós professores e nossos alunos. Eles são produto da minha experiência como educador, não só em nível universitário mas, também, em nível básico e para o público não-especializado, e visam enriquecer a experiência do ensino, tanto para o educador quanto para sua audiência. Fiel ao que apresentei acima, ao apresentar ciência como um processo de descoberta, o educador se educa através da sua atividade:

a) *Questionamento metafísico*: uma das características mais importantes da ciência é que ela responde a anseios profundamente humanos, que em geral são abordados fora do discurso científico. Questões de origem, do tipo: “De onde viemos, nós e esse mundo em que vivemos?” “Qual a origem da vida?”; questões sobre o fim, “Será que o mundo um dia vai acabar?” “Será que o Sol brilhará para sempre?”; questões

sobre o significado da vida: “Por que o mundo existe? Será que temos uma missão no Universo?”; ou questões sobre vida extraterrestre: “Será que estamos sozinhos neste vasto Universo?” Certamente, a ciência não tem resposta para a maioria dessas perguntas. No entanto, elas fazem parte da busca pelo conhecimento que motiva o processo de descoberta científica. Quantas vezes, me pergunto, nós professores estabelecemos uma relação

Às vezes, nós educadores esquecemos de nos empolgar com a beleza daquilo que estamos ensinando. Nesse caso, como podemos esperar que nossos estudantes se empolguem por si próprios?

entre o que ensinamos e essas questões mais profundas? Não importa o nível escolar, essas questões estão presentes, de uma forma ou de outra, na cabeça de todas as pessoas (ou quase todas...). Mostrar que a ciência também se preocupa com esse tipo de questionamento causa um enorme interesse no que ela tem a dizer.

b) *Integração com a natureza*: já que o objetivo básico das ciências naturais é explorar e compreender os fenômenos da natureza, aprender ciência nos aproxima da natureza. Infelizmente, é muito comum acreditar justamente no oposto: que a ciência, ao matematizar o mundo, tira a sua beleza! A mensagem do educador em ciências naturais deve necessariamente mostrar que cientistas fazem o que fazem devido ao seu fascínio com o mundo natural; que a ciência não nos afasta da natureza, mas nos aproxima. Conforme eu disse em uma outra ocasião, entender a física do arco-íris não diminui em nada sua beleza, muito ao contrário.

c) *Cidadão do mundo*: hoje, falamos em globalização, em um mundo cada vez mais integrado pela eficiência dos meios de comunicação e pela Internet. Não existe a menor dúvida que aqueles que possuem o controle e acesso aos meios de comunicação e de produção de informação também controlarão a economia. Essa realidade cria um sério problema social, pois o acesso à informação está vinculado

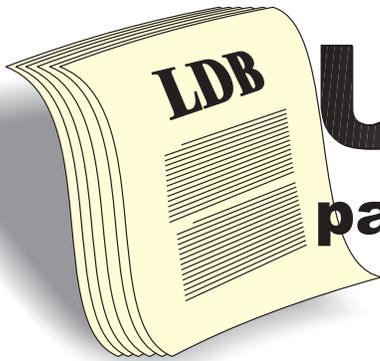
a um acesso a computadores; a globalização integra apenas aqueles que possuem renda suficiente para participar dela! Não querendo entrar nessa discussão econômica, que foge do tema deste texto, gostaria apenas de alertar aos educadores para a necessidade de integrar computadores e a Internet como instrumento pedagógico. Claro, nem sempre isso é possível. Nesse caso, edu-

O objetivo das ciências naturais é explorar e compreender os fenômenos da Natureza. Infelizmente, é muito comum acreditar-se justamente no oposto: que a ciência, ao matematizar o mundo, tira a sua beleza!

cadores podem ao menos apresentar o que é a Internet aos seus alunos, como ela funciona, suas vantagens e desvantagens e como ela pode ser usada para aprender ciência, visitando *sites* diversos. Utopicamente, mais e mais escolas terão acesso à Internet, e mais e mais alunos poderão, em um futuro não muito distante, desfrutar desse incrível instrumento pedagógico. Nada é mais importante no futuro da democracia do que o livre acesso à informação. E a ciência, em sua universalidade, é um poderoso instrumento dessa democratização.

d) *Paixão pela descoberta*: o ensino de ciência tem de traduzir a paixão pela descoberta. O aluno deve participar desse processo durante a aula, e não apenas receber a informação pronta. Um método para isso é o uso de dramatização: a história de uma descoberta vira uma história contada pelos alunos sob a direção do professor. Por exemplo, lá vai o Galileu, subindo a Torre de Pisa com duas bolas na mão, enquanto uma platéia de espectadores observa sua experiência. A recriação do momento histórico tem um grande impacto dramático; os alunos podem esquecer das equações, mas eles não esquecerão da história de Galileu na Torre de Pisa.

É muito comum, no ensino de ciência, omitir a parte mais essencial, que é justamente o fascínio que leva um cientista a dedicar toda uma vida ao estudo da natureza. Sem esse elemento, ciência vira um exercício intelectual destituído de paixão, uma mera repetição de conceitos e fórmulas. Uma vez que os quatro pontos acima são integrados na sala de aula, acredito que ciência passa a ser algo maior, mais profundo do que a aplicação do método científico. Ela passa a fazer parte da história das idéias, do nosso esforço em compreendermos nossa essência e a do mundo à nossa volta. Ao comunicarmos essas idéias aos nossos alunos, estamos recriando essa história, transformando a sala de aula em um laboratório de anseios e descobertas, rendendo tributo a essa grande aventura humana.



Uma Física para o Novo Ensino Médio

Luis Carlos de Menezes

Professor do Instituto de Física e coordenador da Pós-Graduação em Ensino de Ciências (modalidades Física e Química), da USP. É também coordenador da área de Ciências da Natureza e Matemática na elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio.

O novo ensino médio, desde a promulgação da nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, dez. 96), é uma definição legal, mas não é ainda uma realidade efetiva. Segundo essa lei, o novo ensino médio deve ser etapa conclusiva da Educação Básica, cuja base nacional comum desenvolveria competências e habilidades para a cidadania, para a continuidade do aprendizado e para o trabalho, sem pretender-se profissionalizante ou simplesmente preparatória para o ensino superior. Uma parte diversificada poderá ampliar esses objetivos formativos, de acordo com características específicas regionais, locais ou mesmo da clientela de cada escola.

Há dois anos, outros documentos, na forma de diretrizes e de parâmetros¹, passaram a regulamentar e orientar esta definição legal. As diretrizes traduzem a intenção legal, em termos éticos, estéticos e políticos, ou seja, de princípios norteadores gerais, assim como estabelecem uma organização do currículo em três áreas, respectivamente, de Linguagens e Códigos, de Ciências Humanas e de Ciências da Natureza e Matemática; cada área sendo também responsável pelas tecnologias a elas associadas. Os parâmetros, que não têm força legal, orientam o ensino das disciplinas e de sua articulação dentro de cada área, dando alguns contornos do que poderá vir a ser aprendido em nossas escolas do ensino médio, mas

que ainda está longe de se concretizar. A Física para o novo ensino médio compõe, portanto, juntamente com a Biologia, a Química e a Matemática, uma das áreas em que se organiza este ensino.

A LDB já estabelece, relativamente à formação a ser desenvolvida, que esta deve promover “a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática no ensino de cada disciplina”, lado a lado com “a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico”, enquanto as diretrizes acrescentam que o aprendizado das ciências deveria levar a compreendê-las “como construções humanas... relacionando o conhecimento científico com a transformação da sociedade”.

A LDB já estabelece, relativamente à formação a ser desenvolvida, que esta deve promover “a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática no ensino de cada disciplina”

Vê-se assim que, de diversas formas, estes documentos já esboçam atributos da educação para o novo ensino médio, que certamente já sinalizam rumos do ensino das ciências.

Assim, os parâmetros para cada área não foram elaborados como um exercício de livre proposição, mas sim compondo coerentemente um quadro mais amplo de propostas educacionais. No entanto, ao fazer seu trabalho de elaboração, a equipe responsável pelos Parâmetros Curriculares da área de Ciências da Natureza, Matemática e

Este artigo aborda as diretrizes que nortearam a elaboração dos novos parâmetros curriculares nacionais para a área de Ciências da Natureza e Matemática.

suas Tecnologias², não só por compreender o sentido não compulsório de suas recomendações³, como também por concordar, no essencial, com os pressupostos dos quais deveria partir, trabalhou sem outro constrangimento, além de prazos exíguos, tendo orientado a aplicação da LDB/96, sem deixar de expressar sua visão de ciência e de seu ensino, fundada em sua vivência como educadores.

A orientação geral, que acabou sendo partilhada com as demais equipes, fundou-se na compreensão de que as áreas não deveriam ser simples articulações entre as disciplinas de cada uma delas, mas que deveriam também articular-se entre si, no sentido de promover as qualificações humanas mais amplas dos educandos. Desta forma, a área das Ciências da Natureza e Matemática tem objetivos formativos comuns com a de Línguas e Códigos, como interpretar e produzir textos, utilizar diferentes formas de linguagem, a exemplo de gráficos, imagens e tabelas. Da mesma forma, tem objetivos comuns com Ciências Humanas, como a compreensão histórica das ciências ou de questões sociais, ambientais e econômicas, associadas à ciência e à tecnologia. Estas interfaces entre as áreas não enfraquecem o sentido mais específico, próprio das ciências e da matemática, de investigação e compreensão de processos naturais e tecnológicos mas, ao contrário, estabelecem melhor o contexto para os conhecimentos científicos e para as competências e habilidades a eles associadas.

Assim, na descrição a seguir do conhecimento em Física proposto para o novo ensino médio nos PCN estas características gerais estarão presentes. Por exemplo, tanto as linguagens específicas da Física, derivadas de modelagens do mundo macroscópico ou microscópico e instrumentais para certas representações abstratas de eventos e processos,

Interessa sim que o aluno aprenda física, mas interessa também que, juntamente, aprenda os instrumentos gerais que acompanham o aprendizado da física

como outras linguagens que a física faz uso, a exemplo da matemática, como as expressões algébricas, os gráficos cartesianos ou representações estatísticas, umas e outras passam a ser parte dos objetivos formativos do aprendizado da física, não simples pré-requisitos que o professor deve esperar que o aluno tenha adquirido em outra disciplina ou em outra circunstância.

Em outras palavras, interessa sim que o aluno aprenda física, mas interessa também que, juntamente, aprenda os instrumentos gerais que acompanham o aprendizado da física. Em certa medida isto sempre poderia ter sido recomendado, mas trata-se de explicitar e reforçar tal fato. O mesmo vale dizer de elementos históricos, éticos e estéticos, indiscutivelmente presentes na física, mas cujo aprendizado nem sempre foi tomado como objetivo, senão como elemento de motivação, como adorno ou complemento cultural, já que o sentido central do aprendizado de outra natureza era geralmente propedêutico, ou seja, só vinha a fazer sentido em etapas posteriores à escolarização.

É importante que se apontem estas características, preconizadas para o ensino da física no novo ensino médio, para evitar o que usualmente acontece, que é tomar as mudanças curriculares como se devessem ser reduzidas as novas ementas, ou seja, listas de tópicos e novas propostas da ordem em que tais tópicos deveriam ser tratados. Isto não significa que não tenha havido sinalização de inclusões de assuntos e de ênfases entre os temas sugeridos para o novo ensino da física. Por exemplo, mesmo respeitando-se o

Diferentemente de outras disciplinas escolares, a Física escolar tem excluído qualquer ensino de sentido informativo, mesmo que se trate da simples descrição de fenômenos, sem acompanhá-lo de imediato enquadramento explicativo no quadro teórico mais amplo desta ciência

necessário sentido prático do aprendizado escolar, procurou-se ressaltar o sentido da física como visão de mundo, como cultura em sua acepção mais ampla.

É parte desta preocupação a nova ênfase atribuída à cosmologia física, desde o universo mais próximo, como o sistema solar e, em seguida, nossa galáxia, até o debate dos modelos evolutivos das estrelas e do cosmos. Sabidamente, estão ausentes dos currículos tradicionais tanto estes aspectos

de caráter cultural geral, como outros de cultura mais tecnológica, não necessariamente pragmática; a exemplo da interpretação de processos envolvendo transformações de energia, na geração de energia elétrica, nos moto-

res de combustão interna, em refrigeradores, ou mesmo em pilhas eletroquímicas, para não falar nos equipamentos óptico-eletrônicos e de processamento de informação, que hoje fazem parte de toda a vida contemporânea, desde relógios de pulso a computadores, e que envolvem uma microeletrônica quântica, impensável na escola tradicional, nem mesmo como simples fenomenologia, especialmente devido à tradição lógico-dedutiva do seu ensino.

Diferentemente de outras disciplinas escolares, a física escolar tem excluído qualquer ensino de sentido informativo, mesmo que trate da simples descrição de fenômenos, sem acompanhá-lo de imediato enquadramento explicativo no quadro teórico mais amplo desta ciência. Por esta tradição propedêutica e formalista, juntamente com fenômenos quânticos, como a interação luz-matéria, que é essencial para uma caracterização dos semicondutores, tem sido desprestigiada toda a física de materiais que, no ensino médio, deveria ao menos relacionar propriedades físicas de materiais e substâncias aos seus usos

práticos.

É claro que precisa ser cautelosa a sinalização para a inclusão desses novos conteúdos, seja pelos desafios didáticos que implica, encontrando professores despreparados e textos escolares desguarnecidos, seja porque as próprias universidades, ainda por algum tempo, continuarão a solicitar os velhos conteúdos em seus vestibulares. Será preciso algum tempo para que a mensagem seja primeiro compreendida e, mais tarde, aceita.

Ao enfatizarem novos aspectos foi preciso ousar apontar que há anacronismos, como uma ênfase excessiva na cinemática que tem servido de abertura para uma mecânica restrita à dinâmica dos pontos materiais. Também a termodinâmica tem usualmente se restringido a condições unicamente idealizadas, não tratando de máquinas e motores reais que operam nos ciclos Otto ou Diesel, nem lidando com ciclos atmosféricos ou com demais questões de importância para a compreensão do clima e de fenômenos ambientais. O eletromagnetismo do ensino médio também tem discutido

pouco motores e geradores, muito menos a eletrônica dos equipamentos ou transmissão de ondas, e por isso foi preciso apontar a óbvia importância destes temas. É claro que, em cada uma destas partes da física, foram sugeridas alternativas de tratamento, mas sempre evitando prescrições ou receitas. A mecânica e a termodinâmica, por exemplo, são apontadas como apropriadas para as primeiras formulações de princípios gerais, assim como o eletromagnetismo é privilegiado para uma primeira formulação de modelagens mais abstratas, tendo-se em vista a natureza microscópica das cargas.

Nos PCN para o ensino médio, não se prescrevem metodologias específicas para a física, mas sim recomendações gerais para o ensino das ciências e, ainda assim, sem adotar uma única escola de pensamento pedagógico. O documento da área mostra quais linhas educacionais se sucederam, como tendência hegemônica nas últimas décadas e seu significado, ou falta deste, para a efetiva condução do ensino nas

escolas brasileiras. A idéia de uma física como cultura ampla e como cultura prática, assim como a idéia de uma ciência a serviço da construção de visão de mundo e competências humanas mais gerais, foi a motivação e o sentido mais claro das proposições daquele documento.

Referências e Notas

1. A Resolução de junho de 1998, da Câmara de Ensino Básico do Conselho Nacional de Educação, que estabelece Diretrizes para o Ensino Médio e os Parâmetros Curriculares Nacionais que orientam a aplicação destas diretrizes para o ensino médio.

2. A equipe foi composta pelas físicas Maria Regina Dubeux Kawamura e Yassuko Hosoume; pelas matemáticas Kátia Cristina Stocco Smole e Maria Ignez Vieira Diniz; pelos químicos Luiz Roberto de Moraes Pitombo e Maria Eunice Ribeiro Marcondes e pelos biólogos Maria Izabel Iório Sonsine e Miguel Castilho Júnior, além do físico Luís Carlos de Menezes (coordenador).

3. Além disso, quando do início dos trabalhos do grupo, supunha-se que a reforma seria mais amplamente debatida, expectativa que acabou sendo frustrada pelos prazos impostos para a publicação.

Equipe brasileira na XXXI International Physics Olympiad

8 a 16 de julho de 2000 - Leicester - Inglaterra

A delegação brasileira que participou pela primeira vez de uma Olimpíada Internacional foi formada pelo líder científico prof. José Evangelista Moreira, da UFC, e pelo líder pedagógico prof. Ozimar S. Pereira, coordenador regional (São Paulo) da Olimpíada Brasileira e tendo como observadora a profa. Maria José Moreira, também da UFC.

A equipe brasileira (foto) que participou da XXXI Olimpíada Internacional de Física foi composta por (da esquerda para direita):

- Maurício Masayuki Honda (São Paulo)
- Roberto de Melo Dias (Pernambuco)
- Prof. Ozimar S. Pereira
- Profa. Maria José Moreira
- Prof. José Evangelista Moreira
- Guilherme Veríssimo Barreto Guimarães Lima (Ceará)
- Victor Júlio Ferreira (Minas Gerais)
- Danilo Jimenez Rezende (São Paulo)

Por falta de um treinamento mais intenso, a equipe brasileira não conseguiu uma boa classificação nesta sua primeira participação. É essencial que as escolas invistam em seus estudantes mais talentosos para que tenhamos melhor desempenho na próxima competição.



A equipe brasileira em frente ao De Montford Hall, o mais importante auditório de Leicester, pouco antes da cerimônia de abertura, em 9 de julho.



Nem bem a rede mundial de computadores (WWW) chegou ao Brasil e nossos departamentos de física já estavam criando e lançando suas páginas (*home pages*). O objetivo dessas páginas, naturalmente, era divulgar o trabalho de cada departamento e fornecer informações sobre os cursos oferecidos, além de um ou outro serviço extra. Alguns professores ou funcionários assumiram cargos de gerenciador (*webmaster*), acumulando tarefas de programador de HTML, *designer*, gerente de servidor, enfim, tudo que fosse necessário para manter a página no ciberespaço. Como era de se esperar, a qualidade dessas páginas, tanto técnica quanto artística, varria um espectro que ia do aceitável ao lamentável. Eu mesmo fui um desses desbravadores, no início de 1997, armado com um tutorial de HTML 'puxado' do site da PUC e alguns "gifs" que mostravam bobagens como envelopes engolindo cartas e um pedreiro movendo terra com uma pá. Não demorou muito para que eu descobrisse, usando um programinha CGI de contagens de acesso, que *ninguém* estava lendo nossa página. Nem mesmo meus colegas de departamento. Creio que esse tipo de constatação deve ter atingido, simultaneamente, muitos de meus companheiros *webmasters* no resto do Brasil, pois boa parte das páginas de departamento deixaram de ser atualizadas desde 1998. Se ninguém lê o que a gente escreve, para que escrever?

Descobri, usando um programinha CGI de contagens de acesso, que ninguém estava lendo nossa página... nem mesmo meus colegas de departamento...

Na esperança de manter os sinais vitais de nossa página resolvi, no final de 1997, promover uma mudança radical no estilo, no enfoque e no visual do projeto todo¹. Mantive os serviços já existentes, mas deixei-os agrupados em um conjunto de *links* laterais². Todo o resto da página passou a dirigir-se a um hipotético público composto de professores e alunos de física, principalmente do ensino

médio. Várias seções foram criadas na tentativa de atrair e capturar a atenção desse público [veja Quadro

1]. O objetivo principal era criar uma página, *em português*, acessível e agradável aos nossos colegas e alunos do secundário. Outra estratégia foi mudar radicalmente as palavras-chave no cabeçalho da página com o objetivo de desviar para nosso lado os mecanismos de busca da rede. Desse modo, algum estudante procurando por "Feiras de Ciências", por exemplo, no Cadê ou no RadarUol, deveria ser apontado para nosso endereço na WWW.

Pouco a pouco, fui verificando que essas táticas estavam funcionando razoavelmente. Meu contador de acesso passou a exibir números menos constrangedores, embora ainda baixos, no início. Outras providências foram tomadas na busca de divulgar a página. Enviei correspondência eletrônica a todos os colégios do Brasil cujo endereço pude conseguir. Até hoje nenhum me respondeu. Solicitei alguma recomendação dos redatores das

.....
José Evangelista Moreira
Departamento de Física da UFC
e-mail: ita@fisica.ufc.br
.....

A Internet possui um vasto potencial para divulgar ciência, mas, como veremos neste artigo, é necessário mais do que 'um computador à mão e uma idéia na cabeça' para conseguirmos atrair a atenção do público para o que desejamos mostrar.

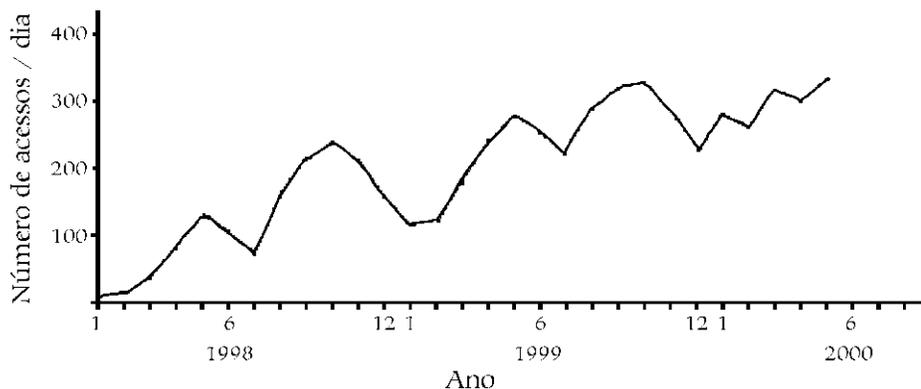


Figura 1. Média mensal do número de acessos diários.

seções sobre Internet em várias revistas nacionais. Ninguém me atendeu. Só recentemente fomos elogiados em nota da *Galileu*, revista de divulgação científica da Editora Globo. Tal frieza na receptividade da *mídia* pode ser frustrante, mas através de artigos lidos na *Physics Teacher*, na *Physics Today*³ e outras semelhantes, constatei que, mesmo nos países ricos, a tarefa de divulgar uma ciência como a física, considerada árida e tediosa por nove entre dez cibernautas (ou mais), não é trivial.

No segundo semestre de 1998, detectei um razoável aumento no número de acessos como mostra a Figura 1. Pelo teor das cartas eletrônicas recebidas na época, deu para desconfiar que esse aumento se devia, em parte, à chegada da safra de feiras de ciências nos colégios brasileiros. Em resposta a esses sinais, o número de experiências sugeridas foi ampliado, incrementando algumas que pareciam fazer sucesso. No ano seguinte, o número de acessos continuou a crescer lentamente até atingir, no segundo semestre, uma média em torno de 300 acessos por dia. Esse número cai durante as férias e atinge valores máximos em meados do segundo semestre. De lá para cá, essa média tem se mantido, indicando uma possível saturação.

Como fazer para aumentar nos-

so público? Alguns colegas sugeriram criar uma versão em inglês. É uma boa sugestão mas, com o tamanho atual do projeto, implicaria em um trabalho volumoso. Outra possibilidade seria oferecer serviços de maior impacto nos colégios. Poderia ser criado, por exemplo, um serviço de ajuda a candidatos ao vestibular ou olimpíadas de física. Apesar de reacear oferecer esses serviços sem a indispensável colaboração de meus atarefados colegas, fiz um teste disponibilizando uma ficha de inscrição a ser preenchida e submetida por professores de física do ensino médio que estivessem preparando esses candidatos. O modelo de ficha ficou disponível durante alguns meses na página mas, lamentavelmente, o número de inscrições recebidas foi pífio. Estamos tentando entender a razão desse inesperado fracasso e pretendemos reformular o

projeto todo, logo que esse entendimento for alcançado (se for). É claro que temos explicações-tentativas para esse fenômeno, todas baseadas na fragilidade de nosso ensino secundário, mas nenhuma pode ser considerada como uma reflexão apurada dos fatos.

Valeu a pena o esforço de criar e manter essa página? Valeu, a julgar pelo entusiasmo manifestado em muitas cartas eletrônicas que recebo (veja Quadro 2). O teor dessa correspondência fornece boas pistas sobre nosso público. Pouca gente escreve

Nunca subestime sua audiência. Pode contar que sempre há alguém bastante interessado e perspicaz para ler com cuidado e atenção o que você escreve. E para reclamar se você escrever alguma besteira...

para criticar negativamente: quem não gosta não perde tempo em demonstrar isso. Muitos estudantes escrevem pedindo ajuda em tarefas escolares. Normalmente, recusamos dar esse tipo de ajuda, mas indicamos algum bom livro-texto. Alguns correspondentes dão sugestões valiosas e outros fazem comentários sobre algum ponto específico da página. Como nosso objetivo principal é **divulgar** a física (não pretendemos **ensinar**, isso se faz na sala de aula), temos obtido algum sucesso e, certamente, adquirimos alguma experiência nesse mister. Pessoalmente, aprendi a regra de ouro: nunca subestime sua audiência. Pode contar que sempre há alguém bastante interessado e

Quadro 1. Seções permanentes.

Sugestões para Feiras de Ciências

Sugestões de projetos que envolvam, de preferência, material simples e fácil de ser obtido. Descreve-se o projeto, faz-se uma rápida análise do conteúdo físico e dá-se algumas dicas de como apresentar o projeto.

Tintim por Tintim

Conceitos de física apresentados, tanto quanto possível, sem utilizar muita matemática e jargão técnico.

Eis a Questão

Questões e problemas interessantes com respostas comentadas.

Seções Especiais

Onde são abordados temas mais amplos de física e tecnologia. Além de um tratamento relativamente detalhado do tema, procura-se salientar aspectos históricos e humanos relacionados ao tema.

O Grilo

Seção de variedades que surgiu a partir de um jornalzinho informativo da Biblioteca Setorial. Curiosamente, é uma das seções mais festejadas da página.

Olimpíadas de Física

Notícias sobre Olimpíadas locais, nacionais e internacionais. Textos de provas, algumas com soluções.

Quadro 2. Cartas de fãs (seguindo Álvaro Moreyra, “as amargas, não”).

Achei esta página fan-tás-ti-ca. Ainda não deu tempo de ver todas as experiências, mas salvei o endereço em favoritos e pretendo navegar por todas, imprimi-las e mostrar aos meus alunos que são estudantes de rede pública, não compram livros que contenham essas informações e nem têm Internet. Portanto, tudo o que eu acho de interessante, como é o caso desta, levo pra que eles saiam do lugar comum e tenham novas informações científicas e divertidas. Obrigada. Marilise Stival – Curitiba – PR

Enfim, eu encontrei um *site* de física que agrada estudantes secundaristas, universitários, graduandos em física, professores, pesquisadores e curiosos. O *site* é super dinâmico e muito bem feito. Adorei o simulador de raios catódicos e as experiências. Sou aluno do curso de física da Universidade Federal do E.S e estou muito satisfeito com o trabalho de vocês, espero por outras novidades. Alexsandro F. Fuzari – Cariacica – ES

Quero parabenizá-los pela iniciativa de criação de uma página que realmente seja de utilidade pública. Sou professor de física de 2º grau, estamos promovendo uma feira de ciências e, com certeza, esta página nos ajudou muito. Em nossas bancadas de trabalho vamos por um agradecimento especial à UFC. Mandarei fotos. Valden Rocha – Rio Branco – AC

Adorei a página. Muito instrutiva e

divertida, o que nos faz ficar horas a fio lendo, fazendo os testes, as experiências, com muito prazer e, o que é melhor ainda, aprendendo. Continuem assim, é bom nos “iludir” mais com esses ensinamentos da óptica. Um grande abraço.

João Batista – São Paulo – SP

Sou professor de física para o ensino médio e fundamental em Porto Alegre. Gostaria de ter permissão para poder copiar os textos sobre a eletricidade na atmosfera e poder distribuir para os meus alunos. Isto é possível? Se for possível, ou não, favor enviar resposta ainda nesta semana. Um abraço.

Luiz Carlos Gomes – Porto Alegre – RS

Faz algum tempo estava à procura de um endereço na Internet que falasse de física e que fosse realmente interessante, não somente mostrando o lugar comum, mas inovando, fazendo-nos sentir aquele “ar de criatividade” naquilo que lemos. Parabéns, vocês têm uma excelente página e que eu pretendo divulgar e visitar muitas e muitas vezes. Sou professor de física no Colégio Etapa e faço parte da equipe de treinadores para os alunos de olimpíada de física, prometo enviar em breve alguma humilde sugestão que possa ajudar a tornar esta página cada vez melhor (vai ser difícil eu realizar tal tarefa). Um abraço. Victor Roberto Reiss

Olá pessoal. Parabéns pela iniciativa do *site*. A qualidade é incrível e possibilita ao

professor e ao aluno uma forma muito fácil de reproduzir um experimento. O aluno também tem a oportunidade de se aprofundar no assunto em outras partes do *site*. Adorei as novidades. Já reproduzi várias e todas foram muito divertidas e até usarei em minhas aulas de física no colégio em que trabalho no Rio de Janeiro, Colégio Santo Inácio. Assim que puder mandarei algumas novidades para vocês. Parabéns a todos. Sérgio T. da Silva – Rio de Janeiro – RJ

Gostaria de elogiar toda a página, realmente um trabalho muito bonito. Gostaria de dizer que as questões propostas, além de não serem triviais, são muito interessantes, o que faz quem não gosta de física ver como ela é maravilhosa e quem, como eu, já gostava, perceber que ela é ilimitada como o próprio universo.

René F. de Mendonça Filho – Salvador – BA

Sou biólogo e gosto muito de ficar inteirada com outras disciplinas que me ajudem a não ficar na mesmice dos meus conteúdos, quando de repente... encontro vocês! Estou encantada, estão de parabéns!!! Tenho em particular um modo de analisar as coisas que poderia definir como: difícil é fazer fácil. Mostrar para os meus alunos que as coisas não são tão complicadas, ou melhor, que podem ser desmistificadas. Este *site* está me dando mil idéias.

Lorena Santos – Natal – RN

perspicaz para ler com cuidado e atenção o que você escreve. E para reclamar se você escrever alguma besteira. O que é muito bom, pois, com esse tipo de ajuda, você aperfeiçoa seu estilo e aprende a evitar falhas comuns na preparação de textos para um público tão diversificado.

Por fim, meu conselho a quem estiver pensando em lançar alguma coisa desse tipo na Internet. Forme uma boa equipe, com vários talentos, gente que saiba escrever com clareza, bons ilustradores e bons programadores. Embora nosso tipo de público não seja muito exigente quanto à qualidade visual da página, vale a pena tentar manter um mínimo de organização. Não encha sua página de efeitos visuais inúteis, tipo animações em Java, sons desnecessários e figuras enormes que levam horas para descarregar na tela. O essencial é ter um contexto rico e agradável de ser lido, contendo o máximo possível de informa-

ções sobre ciência e tecnologia e tentando esclarecer conceitos básicos. Sua página nunca vai ter tanto sucesso quanto uma página sobre os *poke-mon* mas se for bem aproveitada por algum estudante do ensino médio já compensou o trabalho.

Referências e Notas

1. <http://www.fisica.ufc.br>.
2. O leitor pode achar estranho o uso da primeira pessoa do singular nesse relato. Não é falta de modéstia. É, simplesmente, a expressão dos fatos. A página é, literalmente, trabalho de uma pessoa. Meus colegas estão por demais ocupados produzindo artigos e relatórios ao CNPq e não têm tempo nem sequer de ler a página, quanto mais de colaborar com ela.
3. Communicating Physics to the Public – Special Issue – *Physics Today*, Novembro de 1990, p. 23



Figura 2. Capa de Outubro/1999. Essa capa é renovada mensalmente.



Olimpíadas de FÍSICA

Sociedade Brasileira de Física desenvolve projeto de Olimpíada para alunos do Ensino Médio

Como tornar a disciplina de física mais atrativa para alunos do ensino médio? Como despertar nestes alunos a vontade de aprender mais sobre física? Para estimular nos estudantes o interesse pela ciência, e particularmente pela física, motivando-os junto com seus professores ao estudo e à aprendizagem da física, a Sociedade Brasileira de Física (SBF) criou, em 1998, a Olimpíada Brasileira de Física (OBF). O projeto teve sua primeira realização oficial em 1999 e já na primeira vez envolveu na fase estadual mais de 13 mil estudantes em diversas unidades da Federação. Com a Olimpíada, a SBF pretende estimular os estudantes a enfrentar desafios intelectuais de ordem científica; contribuir para o aperfeiçoamento dos currículos escolares do ensino médio e fundamental na área das ciências; proporcionar o desenvolvimento de novas metodologias de ensino, tanto na área experimental como na área de simulações, e na análise e resolução de problemas; obter informações sobre os limites de conhecimento dos estudantes nas suas respectivas faixas etárias, níveis de escolaridade e sobre o processo de aprendizagem da física de maneira geral.

Aproximando universidades, professores e estudantes das escolas de ensino médio, e identificando alunos talentosos em física para estimulá-los a seguir carreiras científicas e tecnológicas, a Olimpíada Brasileira de Física tem

merecido atenção da SBF como projeto permanente. Para seus organizadores, o ensino de física é uma atividade que precisa de grande preparo e afinco do professor e muito interesse e autodisciplina do aluno, habilidades que exigem motivação. “A realização de um evento nos moldes de uma Olimpíada é uma forma que tem se mostrado, onde aplicada, de custo comparativamente reduzido para estimular alunos e professores. Esses aspectos são particularmente importantes num universo de mais de 20 mil professores e 8 milhões de estudantes do ensino médio, distribuídos em mais de 15 mil estabelecimentos de ensino, em um país de dimensões continentais, como o Brasil”, declara o professor José David Vianna, presidente da Comissão da Olimpíada Brasileira de Física.

Evento Bem-Sucedido

Como um dos objetivos da OBF é contribuir para o aperfeiçoamento dos currículos escolares no tocante ao ensino de ciências, a SBF aplicou no primeiro ano do evento um questionário destinado a todos os participantes no qual foram solicitadas informações sobre itens como: número de aulas de física que os alunos têm por semana e dificuldades encontradas na resolução das questões, entre

outros.

Como resultado da consulta, os organizadores constataram que 71% dos estudantes da rede pública têm so-

A sociedade Brasileira de Física criou a Olimpíada Brasileira de Física, que teve sua primeira realização oficial em 1.999 e envolveu na fase estadual mais de 13 mil estudantes em diversas unidades da Federação

Neste artigo acompanharemos um pouco da história de uma atividade que envolve mais de 13 mil estudantes em todo o país.

mente duas aulas de física por semana, enquanto na rede particular apenas 6% têm esta carga horária; 20% dos estudantes da rede pública têm três ou quatro aulas de física por semana, enquanto na rede particular os alunos com esta carga horária atingem 72%; 19% dos alunos da rede particular possuem cinco ou seis horas semanais de aulas de física, para apenas 2% dos alunos da rede pública com esta carga horária. “Esta diferença, com certeza, é uma das causas do pequeno número de estudantes da rede pública entre os vencedores da OBF”, considera Vianna.

Características da OBF

A Olimpíada Brasileira de Física é organizada por uma comissão nacional denominada Comissão da Olimpíada Brasileira de Física (COBF), com sede na SBF, que está situada na Cidade Universitária da USP, em São Paulo. Os trabalhos da OBF são promovidos em cada estado por uma coordenação estadual, cuja sede encontra-se, em geral, numa universidade federal ou estadual.

A Olimpíada Brasileira de Física é constituída de provas de conteúdo, conhecimento e interpretação de fenômenos físicos, destinadas a alunos regularmente matriculados no ensino médio. É dividida em três fases: uma classificatória (1ª fase), realizada nas escolas; uma estadual (2ª fase), realizada nas sedes estaduais e regionais; e uma nacional (3ª fase), também realizada nas sedes estaduais. Os estudantes melhor classificados de cada fase são inscritos para a fase seguinte.

Uma das diferenças entre a segunda e a terceira fase é a correção das provas: na segunda fase, as provas são corrigidas nos estados por comissões determinadas pelos respectivos coordenadores, enquanto que as

provas da terceira fase são corrigidas por uma comissão designada pela SBF e sediada em São Paulo. Em consequência, na segunda fase há classificações estaduais e na terceira, uma classificação nacional.

As provas da OBF para as três fases são elaboradas por uma comissão designada pela COBF e cuja identidade é preservada para garantir a lisura de todo o processo. A aplicação das provas ocorre num mesmo dia e horário em todas os estados onde há coordenações da OBF e com a supervisão do coordenador estadual.

Da OBF 1999 participaram da fase classificatória cerca de 60 mil alunos; da fase estadual, outros cerca de 13 mil estudantes; na fase nacional (terceira fase) participaram mais de 500 estudantes.

São considerados vencedores da OBF os dez melhores classificados de cada série na terceira fase, que são premiados em seus estados recebendo certificados da SBF com a respectiva classificação, o mesmo ocorrendo com seus professores. Em cada série, os cinco melhores estudantes da escola pública recebem menções honrosas. Os 40 alunos da primeira série com melhor classificação nacional poderão participar de uma Escola Preparatória, da qual sairão os estudantes que irão compor as equipes brasileiras para as Olimpíadas Internacionais.

Aceitação

A Olimpíada Brasileira de Física vem recebendo demonstrações de grande aceitação pela comunidade universitária, pelas escolas de ensino médio, pelos

estudantes e por professores, podendo se tornar grande fonte de informações sobre o aprendizado e ensino de física no país, colaborando para a divulgação da física nas escolas e na comunidade, bem como disseminando outros projetos voltados para essa área, desenvolvidos nas universidades. “O sucesso da OBF, entretanto, dependerá do apoio

financeiro que se possa obter junto a órgãos governamentais de financiamento, como o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq) ou a Fundação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) ou, ainda, junto a fundações e agências ligadas ao desenvolvimento de projetos relativos ao ensino e aprendizagem”, declara o presidente da COBF.

Como Tudo Começou

As primeiras Olimpíadas de Física no Brasil ocorreram em âmbito regional, no Estado de São Paulo, nos

anos de 1985 a 1987. Estas Olimpíadas foram organizadas pelo professor Shiguelo Watanabe, então diretor executivo da Academia de Ciências do Estado de São Paulo (ACIESP).

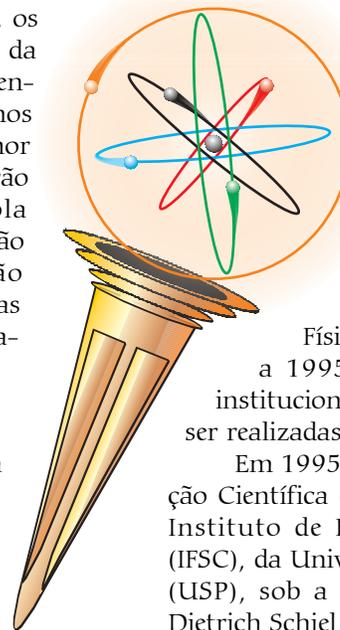
Em 1986, por iniciativa do professor Vicente Roberto Dumke, da Universidade Federal do Paraná (UFPA), realizou-se a Olimpíada Paranaense de Física.

No período de 1987 a 1995, por falta de apoio institucional, ambas deixaram de ser realizadas.

Em 1995, o Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC) do Instituto de Física de São Carlos (IFSC), da Universidade de São Paulo (USP), sob a direção do professor Dietrich Schiel, retomou a realização das Olimpíadas. Em 1998, os estados da Bahia, Goiás, Pará, Pernambuco e Rio de Janeiro participaram, de forma experimental, da Olimpíada organizada pelo CDCC-USP. De forma independente, outros estados, como Ceará e Paraíba (desde 1993) e Minas Gerais (desde 1994) vinham realizando Olimpíadas de Física, em âmbito regional.

No âmbito mundial, as Olimpíadas de Física são atualmente realizadas em quase 100 países. “Não há registro

No âmbito mundial as Olimpíadas de física são atualmente realizadas em quase 100 países



Da OBF 1.999 participaram da fase classificatória cerca de 60 mil alunos e mais de 500 estudantes chegaram à fase nacional

de quando ocorreram as primeiras Olimpíadas referentes à física, mas é muito provável que tenham sido na Europa". Sabe-se que na década de 60, três professores de física (C. Scislowski, da Polônia; R. Kostial, da então Tchecoslováquia; e R. Kunfalvi, da Hungria) decidiram organizar uma competição acadêmica entre os melhores estudantes de física de seus países. Surgiu, então, a primeira Olimpíada Internacional de Física (OIF), que ocorreu em Varsóvia, na Polônia, em 1962. Em julho de 2000, a OIF foi realizada em Leicester, na Inglaterra, pela trigésima primeira vez. A participação dos países na OIF é realizada com uma equipe de até cinco estudantes que devem estar cursando necessariamente, na época da Olim-

piada, o ensino médio (antigo segundo grau). O Brasil participa das Olimpíadas Internacionais de Física com equipes formadas por alunos melhor classificados na Olimpíada Brasileira de Física realizada dois anos antes da ocorrência da OIF, uma vez que é necessário prepará-los de acordo com o programa internacional. Neste ano, a equipe brasileira formou-se com os melhores alunos da Olimpíada que ocorreu em 1998, que naquele ano cursavam a primeira série do ensino fundamental.

Saiba mais...

Para saber mais sobre o assunto, consulte um dos membros da Comissão da Olimpíada Brasileira de Física: Dr. José David M. Vianna -

Presidente. E-mail: david@ufba.br

Dr^a. Sandra Sampaio Vianna - Vice-Presidente. E-mail: vianna@npd.ufpe.br

Dr. Adalberto Fazzio - Tesoureiro. E-mail: fazzio@if.usp.br

Dr. Mauricio Pietrocola - Secretário. E-mail: pietro@ufsc.br

MSc. Ozimar S. Pereira - Secretário Executivo. E-mail: ozimar@sbf.if.usp.br

Outras informações também podem ser obtidas junto à Sociedade Brasileira de Física (SBF), com Sueli Mori Almeida. E-mail: sueli@sbf.if.usp.br

Visite a página da Olimpíada Brasileira de Física no *site* da SBF. O endereço é: www.sbf1.if.usp.br/olimpiadas/



<http://www.labvirt.if.usp.br/institucional.asp>

O Laboratório Didático Virtual é uma iniciativa do Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada do Instituto de Física da USP. Aqui você pergunta e discute questões de física e navega em vários experimentos construídos em Java. Os 'applets' permitem uma interação direta entre o usuário e a animação. Há neste *site* seções como Fórum, Consulte um Físico, links para outros *sites* interessantes, artigos selecionados e notícias atuais e interessantes. Uma excelente referência para apoio didático.

<http://www.aventuradasparticulas.ift.unesp.br>

Este precioso *site* é a versão oficial em português de um dos *sites* educacionais de Física mais visitados no mundo: <http://www.particleadventure.org/>. O *site* contém uma introdução à

física de partículas e é voltado para estudantes do segundo grau e universitários. Ele possui uma grande quantidade de informação sobre a área, podendo ser lido como um livro ou utilizado como um guia de referências. A 'Aventura das Partículas' é uma iniciativa em constante

evolução do projeto educacional patrocinado pelo Particle Data Group, do Laboratório Nacional Lawrence de Berkeley (LBNL). A atualização de setembro de 1999 do *site* original deu um novo formato e um conteúdo revisado. Há promessa de atualizar o conteúdo total durante os próximos meses.

<http://www.Colorado.EDU/physics/2000/index.pl>

Este deslumbrante *site* possibilita uma jornada através da física moderna. Aí é possível aprender tópicos da ciência do século 20 e dispositivos de alta tecnologia gerados a partir do conhecimento adquirido. Através de diálogos curtos e diretos é possível interagir/modificar alguns experimentos *on line* com o auxílio do mouse.

Atualmente, pode-se navegar por três grandes seções:

1: Como as idéias de Einstein

revolucionaram a física e permitiram o desenvolvimento de lasers, fornos de microondas, dentre outros aparelhos conhecidos;

2: O laboratório atômico, mostrando resultados surpreendentes da física atual;

3: Abordagem de princípios básicos de ondas e mecânica quântica e outros que podem ser usados pelo professor em sala de aula.

<http://physicsweb.org/TIPTOP/VLAB>

Este é um laboratório virtual baseado quase que integralmente em 'applets' Java que podem ser usados, na sua maioria, gratuitamente. Há uma lista com mais de uma centena de experimentos abordando mecânica, dinâmica, acústica, termodinâmica, eletromagnetismo, luz e ótica. Há experimentos curiosos sobre caos e como localizar um avião viajando com a velocidade do som. Para cada experimento, há uma pequena descrição do que você irá encontrar. É um *site* interativo que permite a inclusão de experimentos por parte do usuário.

Para sugerir *sites*, por favor entre em contato com José Pedro Rino (djpr@df.ufscar.br).



Microgravidade na Sala de Aula

Introdução

O que é microgravidade? Por que ir ao espaço para obtê-la? Por que a microgravidade oferece uma situação ótima para determinados estudos e investigações científicas?

Ainda que algumas questões como estas sejam de difícil compreensão para o público, respondê-las pode não ser tarefa tão árdua se houver maior proximidade do público com o tema.

Como tentativa de atacar o problema elaborou-se, no Clube de Ciências Quark em São José dos Campos, um projeto com alunos de nível médio (antigo segundo grau) de escolas da região para investigar o tema. Entre outras atividades realizadas abordando microgravidade^{1,2}, relatamos aqui experiências vivenciadas com a construção de um dispositivo simples e de baixo custo para reproduzir em sala de aula o ambiente de microgravidade experimentado pelos astronautas. Com ele reproduzimos em pequena escala e a custo acessível o ambiente de microgravidade obtido em “torres de queda livre” e nos vôos parabólicos de aeronaves especialmente adaptadas para esta finalidade.

Descrição do Projeto

A Figura 1 ilustra os equipamentos utilizados na criação do ambiente de microgravidade em sala de aula. Uma pequena câmera de vídeo alojada dentro de uma caixa metálica captura imagens de experiências em queda livre permitindo uma posterior análise do seu comportamento. A caixa é suspensa por meio de roldanas pre-

sas no teto e, ao ser liberada, as imagens da câmera são gravadas em um videocassete normal. A reprodução posterior da fita, no modo quadro-a-quadro ou em câmera lenta, possibilita a análise e a discussão do fenômeno a ser estudado durante a queda. Como para uma gravação em videocassete o intervalo entre sucessivos quadros é de 33 milissegundos, para uma altura de apenas 3 m (do teto ao solo), pôde-se obter aproximadamente 23 imagens instantâneas da experiência em microgravidade. Constatou-se que, para a maioria dos fenômenos, este número de imagens é mais do que suficiente para uma visualização das diferenças de comportamento entre uma experiência realizada sob a ação da gravidade normal e em microgravidade.

Os materiais envolvidos nas experiências são de fácil aquisição e de baixo custo. O item mais oneroso é a microcâmera que pode ser um modelo simples, preto e branco, do tipo

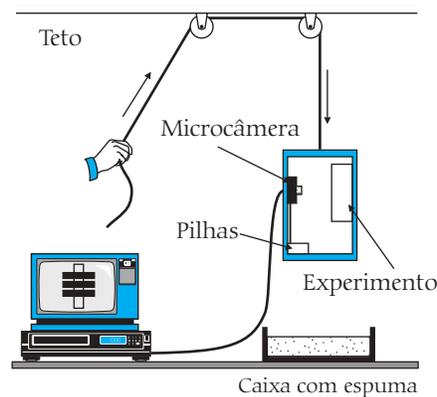


Figura 1. Esquema geral dos equipamentos utilizados.

.....☆.....

Marcelo M.F. Saba

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
C.P. 515 - 12201-970
S. José dos Campos, SP, Brasil
e-mail: saba@dge.inpe.br

.....☆.....

Bruno B. Silva e Paulo R.J. de Paula

Clube de Ciências Quark
R. Teopompo de Vasconcelos, 86
12243-830
S. José dos Campos, SP, Brasil

.....☆.....

Neste trabalho descrevemos alguns experimentos simples que facilitam o entendimento, pelos alunos e o público em geral, de conceitos relativos à microgravidade. A observação de experimentos comuns em microgravidade por queda livre pode ser obtida utilizando-se equipamentos de baixo custo. Um gravador de videocassete, uma microcâmera CCD monocromática do tipo utilizada para vigilância e uma caixa é tudo o que se necessita para “eliminar” os efeitos da gravidade terrestre.

usado para vigilância. Esta deve ser alimentada com 8 pilhas pequenas que podem ser acondicionadas em porta-pilhas presos dentro da caixa. Dois longos fios finos ligam a câmera ao videocassete (*video input*). O videocassete e a televisão, para o monitoramento das imagens, são equipamentos já usuais na maioria das escolas, de modo que o leitor não deverá encontrar dificuldade em obtê-los.

Experimentos

Ao todo foram realizadas várias experiências, envolvendo diferentes tópicos da física: *escoamento de fluidos, tensão superficial, empuxo, movimentos oscilatórios, magnetismo, convecção, difusão gasosa* etc. Descrevemos alguns destes experimentos.

a) Repulsão entre ímãs

Diante da microcâmera fixe um lápis com três ímãs em formato de arruela ao seu redor (Figura 2). Os ímãs estão dispostos de forma a repelirem-se mutuamente. Observe que a distância entre o ímã do meio e o de baixo é menor que entre este e o de cima.

Durante a queda, em microgravidade, os três ímãs ficam igualmente espaçados. Para a câmera que cai junto com os ímãs, tudo se passa como se apenas a força magnética de repulsão atuasse sobre os ímãs.

b) A chama de uma vela

Prenda uma vela na caixa, de maneira que sua chama fique em frente à câmera. Observe a chama. Ela é alongada e brilhante.

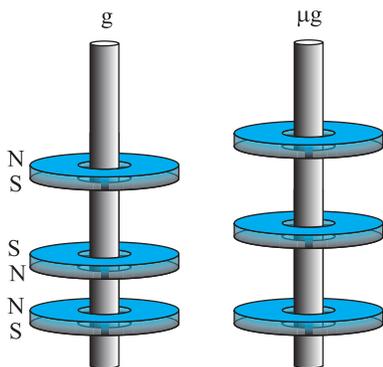


Figura 2. Ímãs se repelindo sob a ação da gravidade e em microgravidade.

Depois de acesa a vela, a caixa é solta. Em sua queda livre pode-se observar que a chama se torna esférica e menos intensa. Em microgravidade cessam os movimentos de convecção do ar e, com isso, a chama passa a ter um formato esférico. Com uma ausência de renovação de oxigênio por convecção a chama torna-se menos intensa e a renovação do ar se faz somente por difusão.

c) Pêndulo

Fixe na lateral da caixa, em frente à câmera, o pivô de um pêndulo. Este pêndulo deverá ser feito com uma haste metálica rígida, portando um peso em sua extremidade.

É possível verificar que o pêndulo que oscilava normalmente sob a ação da gravidade, descreve um círculo em torno do seu ponto de apoio quando em microgravidade (Figura 3). A grande maioria das pessoas irá prever o cessar completo do movimento pendular durante a queda. No entanto, isso somente ocorrerá se a caixa for largada no exato momento em que a velocidade tangencial do pêndulo for zero, o que é muito improvável.

Pode ser interessante desafiar os alunos a calcularem a velocidade tangencial do pêndulo durante a queda. Para isto deve-se ter em conta que o tempo entre os sucessivos quadros filmados é de 0,033 segundos.

d) Peso com a mola

Pendure um peso em uma extremidade de uma mola, de forma que a mola fique distendida. Fixe o conjunto em frente à câmera.

Observe que assim que a caixa é solta, a mola contrai-se, mostrando que a força peso que a distendia “desaparece” na situação de microgravidade.

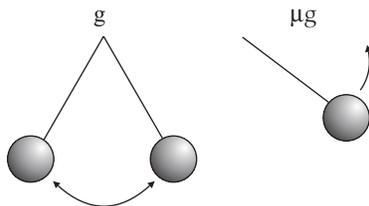


Figura 3. Pêndulo oscilando sob a ação da gravidade e em microgravidade.

e) Peso e elástico

Pendure um peso qualquer na parte central de uma tira elástica esticada.

Observe que em queda livre este peso oscilará em torno de uma linha horizontal imaginária que une os dois pontos de fixação do elástico (Figura 4).

f) Bolha de ar no xampu

Encha um tubo de ensaio grande com xampu colorido e viscoso. Faça uma marca bem visível no seu centro (por exemplo: com corretor de texto). Deixe um pouco de ar dentro do tubo ao tampá-lo com uma rolha. Fixe o tubo em frente à câmera. Segure a caixa com o lado de cima para baixo e quando tudo estiver pronto para gravar, volte a caixa para a posição normal. Observe pelo monitor a bolha subindo. Quando ela atingir a marca no centro do tubo de ensaio, solte a caixa.

Observe que a bolha de ar pára de subir durante o tempo de queda.

g) Gota de mercúrio

Coloque uma gota de mercúrio de 1 cm de diâmetro dentro de um frasco com uma face frontal plana e transparente. Lacre o frasco.

Ao colocá-la em microgravidade, a gota torna-se praticamente esférica, mostrando claramente a atuação da tensão superficial no líquido. É possível observar também que sua superfície oscila em torno de uma posição de equilíbrio durante a queda.

h) Filete de água

Faça um furo embaixo de um frasco. Encha de água e coloque outro embaixo para coletá-la (Figura 5).

Observe como o filete de água, em queda livre, se desmancha em gotas aproximadamente esféricas. Em queda livre o volume líquido que ten-

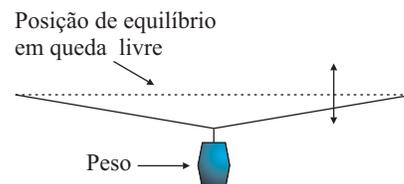


Figura 4. Elástico e peso em oscilação.

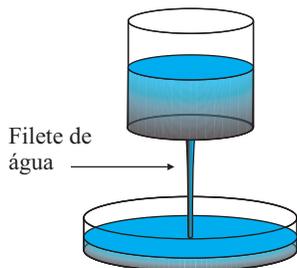


Figura 5. Filete de água escoando de um frasco para o outro.

de a possuir a menor superfície possível assume um formato esférico. No passado, as melhores esferas de chumbo para caça eram feitas derramando, de alguns metros de altura, pequenas gotas de chumbo derretido.

Discussão

Para uma frutuosa discussão do que ocorre em cada experimento é, sem dúvida, necessária uma correta compreensão do conceito de microgravidade. Se entendermos microgravidade como uma redução na aceleração gravitacional ambiente por um fator de 10^6 , isso só seria viável a uma distância de $6,37 \times 10^6$ km da Terra (quase 17 vezes a distância Terra-Lua!).

O termo microgravidade utilizado em astronáutica corresponde apenas a uma situação em que o **peso aparente** do sistema é pequeno se

comparado ao **peso real** devido à gravidade. Uma pessoa sobre uma balança dentro de um elevador pode entender isto facilmente. O peso real será dado pela massa vezes a aceleração da gravidade, enquanto que a força que o chão exerce sobre a pessoa – que é o que mede a balança – será o seu peso aparente. Se o elevador subir, uma nova força entra em jogo devido à aceleração do elevador e o peso aparente aumenta. Se o cabo do elevador quebrar, descontando os efeitos da resistência do ar, a pessoa estará caindo livremente com a aceleração da gravidade e o seu peso aparente será zero. É uma situação também conhecida como de queda livre, e se apresenta sempre que a única força atuante sobre um corpo for a força da gravidade. Portanto, é nesta situação que os experimentos de microgravidade são realizados e não obviamente a $6,37 \times 10^6$ km da Terra.

Microgravidade em laboratório é obtida por três meios:

- Torres de queda de diferentes alturas. No Japão existe uma de 490 m, na qual a experiência pode atingir 10^{-5} g durante 11,7 segundos!
- Vôos parabólicos com aeronaves e foguetes. Os primeiros alcançam 10^{-3} g durante 15 segundos e 25 segundos. Os foguetes atingem 10^{-5} g durante 4 minutos e 6 minutos.
- Espaçonaves que podem atin-

gir 10^{-6} g durante o tempo em órbita.

Assim, com o aparato descrito neste trabalho podemos reproduzir as torres de queda livre dentro de uma sala. Caso se deseje também simular um voo parabólico, basta dispensar o cabo que sustenta a caixa e arremessá-la para cima, tomando o cuidado de não imprimir nenhum movimento de rotação nesta. O objeto a ser filmado nesse caso pode ser um “boneco-astronauta”.

Conclusões

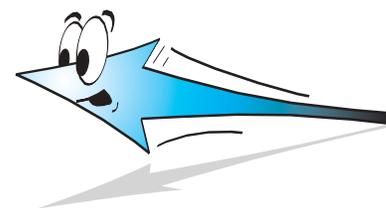
Ao final do projeto todos os estudantes envolvidos entenderam melhor o que vem a ser a microgravidade. A sua importância e seus usos em ciência espacial foram amplamente discutidos e a física de cada um dos experimentos pôde ser também melhor compreendida. A participação de todos foi surpreendente, a ponto de sugerirem diversas experiências inéditas quase sempre através do questionamento: “O que aconteceria se colocássemos ... em queda livre??”.

Referências Bibliográficas

1. Vogt, G. & Wargo, M. *Microgravity – Teacher’s Guide with Activities for Physical Science*, EG-103, National Aeronautics Space Administration, Washington, DC (1995).
2. Saba, M.M.F. “Learning Microgravity” – Relatório do I Workshop Brasileiro de Microgravidade, p. 115-116, 19 a 21 de maio de 1999, São José dos Campos.



Calendário da Olimpíada Brasileira de Física 2000



A OBF2000 conta com a participação de 22 unidades da Federação, estando as coordenações nestas unidades a cargo de professores de universidades federais e/ou estaduais. A OBF2000 compreende três fases. A primeira fase foi realizada nas escolas em 5/8/2000, e teve a participação de cerca de 25.000 estudantes; na segunda fase, ocorrida em 23/9/2000 e realizada nas sedes e sub-sedes das coordenações estaduais (basicamente

universidades), participaram cerca de 10.000 alunos classificados na fase anterior; a terceira fase está prevista para o dia 28/10/2000 e também ocorrerá nas coordenações estaduais – dela participarão os alunos classificados na segunda fase.

Todos os alunos participantes e professores recebem certificados da SBF; os vencedores recebem medalhas da SBF e certificados com a classificação obtida, em solenidades promo-

vidas pelas coordenações estaduais.

Os quarenta alunos da primeira série melhor classificados na terceira fase serão preparados, a partir de setembro/2001, pelo professor J. Evangelista Moreira da UFC e pelos coordenadores dos respectivos Estados, visando a formação da equipe brasileira para as Olimpíadas Internacionais de 2002.

Outras informações podem ser encontradas no site da SBF, em www.sbf.if.usp.br/olimpiadas.

Levitação Magnética

.....
Humberto de Andrade Carmona

Universidade Estadual do Ceará,
Campus do Itaperi
Av. Paranjana, 1700 - Fortaleza, CE
e-mail: carmona@uece.br
.....

É possível um ser vivo levitar? Ao cidadão comum, a resposta a essa pergunta está apenas nos livros de ficção científica. No entanto, a ciência e a tecnologia têm encontrado formas de fazer seres vivos levitarem.

Alguns dispositivos utilizando feixes de ar podem levar ao fenômeno. Por exemplo, um helicóptero, não que ele seja um ser vivo, mas pode conter um. Outros dispositivos utilizam campos magnéticos e materiais supercondutores. Já há algum tempo, cientistas pensam no uso do magnetismo para levantar veículos, seja utilizando ímãs permanentes ou supercondutores.

Um supercondutor resfriado com nitrogênio líquido, flutuando sobre um ímã é uma imagem um tanto comum para a comunidade científica hoje em dia, e não surpreenderia um físico. Supercondutores são materiais diamagnéticos perfeitos e a expulsão do campo magnético de seu interior causa sua levitação. Já um pequeno sapo, ou mesmo um morango, à temperatura ambiente, levitando no centro de um magneto, é uma imagem menos comum.

Apesar de menos comum e surpreendente, mostraremos neste artigo que é possível levantar um ser vivo. Cientistas, entre eles o autor deste artigo e o russo Andrei Geim, realizaram experimentos de levitação de vários materiais, no Laboratório de Altos Campos Magnéticos (HFML) da Universidade Católica de Nijmegen, Ho-

landa, em 1997¹⁻³. Nestes experimentos levitou-se praticamente tudo que se tinha em mãos, de criaturas vivas como um sapo, gafanhoto, pequeno peixe, plantas até pequenos pedaços de pizza e água. Em 1991, Eric Beaugno e Robert Tournier, utilizando o mesmo processo, levitaram água e algumas substâncias orgânicas⁴. Chamaremos o processo de levitação utilizado nesses experimentos de *levitação magnética*.

A Figura 1 mostra uma seqüência fotográfica de um pequeno sapo levitando no centro de um solenóide.

Para obter *levitação magnética* é necessário um campo magnético com características especiais e com intensidade relativamente alta. O objeto, nesse caso o sapo, é colocado no centro de um magneto do tipo Bitter, com diâmetro interno de 32 mm, como mostra a Figura 2. Uma corrente elétrica de até 20 kA na bobina do magneto produz campos magnéticos de até 20 Tesla. O conjunto de bobinas do magneto é projetado de forma que o campo magnético seja máximo e homogêneo no centro da bobina interna (região indicada pela letra A na

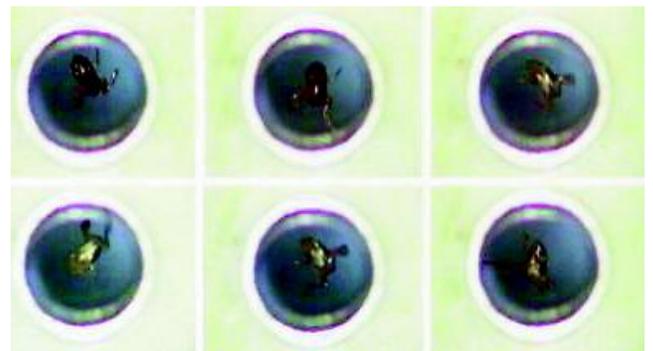


Figura 1. Seqüência fotográfica de um pequeno sapo levitando no centro de um magneto de 20 Tesla.

Neste trabalho descreve-se um experimento mostrando que um ser vivo pode levitar. Longe de precisar de 'poderes extra-sensoriais', a levitação pode ser alcançada por meio de campos eletromagnéticos. Vejamos como conseguir uma *levitação magnética*.

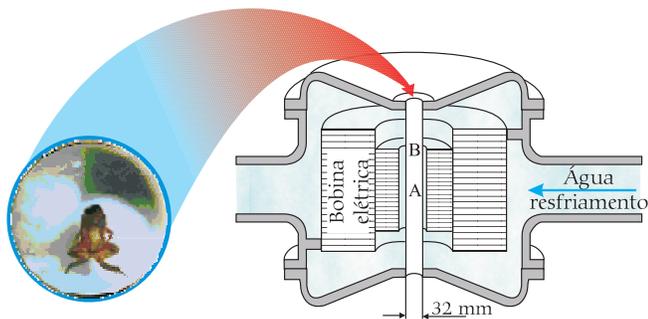


Figura 2. Diagrama esquemático de um magneto Bitter. Uma corrente elétrica de até 20 kA atravessa uma bobina elétrica de cobre, produzindo campos magnéticos de até 20 T. Um sistema de resfriamento com água em alta pressão é usado para que o cobre não se aqueça até a fusão.

Figura 2). Nas proximidades do topo da bobina interna (região indicada pela letra B na Figura 2), o campo magnético apresenta gradientes nas direções axial e radial. Veremos mais tarde que esses gradientes são importantes para a observação do fenômeno de levitação.

Apesar de surpreendente, mesmo para alguns físicos, a levitação estável de materiais comuns em nosso dia-a-dia possui uma explicação simples e se baseia em uma propriedade intrínseca de muitos materiais chamada *diamagnetismo*, que se refere ao fato de que esses materiais têm a habilidade de expelir um campo magnético externo. O diamagnetismo pode ser entendido superficialmente da seguinte forma: como se sabe, toda matéria no universo consiste de átomos, e cada átomo possui elétrons em movimento em torno de seu núcleo. Ao colocar um átomo em um campo magnético, os elétrons em movimento em torno de seu núcleo alteram seus movimentos de forma a se oporem a essa influência externa, ou seja, esses elétrons criam seu próprio campo magnético de forma que cada átomo funciona

Apesar de surpreendente, a levitação estável de materiais comuns possui uma explicação simples, e se baseia em uma propriedade intrínseca de muitos materiais chamada diamagnetismo

como um pequeno ímã que aponta na direção contrária ao campo magnético aplicado. Nesta situação,

lem. No caso do sapo, o pólo positivo da campo externo também repele os pólos positivos de cada átomo magnetizado do nosso material, uma vez que os campos são contrários. Quando essa força de repulsão é maior que o peso do material, esse pode levitar.

Ora, se a explicação parece tão simples, por que surpreenderia muitos físicos? Acontece que o efeito do diamagnetismo dos materiais, ou seja, o tamanho do campo magnético induzido é, em geral, muito pequeno. O campo induzido em um material diamagnético, como um sapo, por exemplo, é cerca de um bilhão de vezes menor que o campo magnético de um ímã comum. Acredita-se, portanto, que seja preciso um campo magnético externo enorme para produzir um efeito como a levitação. William Thomson, o Lord Kelvin, se referindo à levitação de materiais diamagnéticos disse: “Será provavelmente impossível observar esse

fenômeno devido à impossibilidade de se obter um ímã suficientemente forte e uma substância diamagnética suficiente-mente leve, pois as forças (magnéticas) são excessivamente fracas”⁵.

Acontece que as forças magné-

ticas não são assim tão fracas. Foi possível observar a levitação de materiais diamagnéticos com campos magnéticos de cerca de 10 T, relativamente comuns em laboratórios hoje em dia, apesar de não existirem na época de Kelvin. Para mostrar que com esse valor de campo magnético é possível observar o fenômeno, precisamos de uma explicação um pouco mais elaborada do que a dada anteriormente.

Quando se tenta aproximar os pólos iguais de dois ímãs, estes se repe-

lem. No caso do sapo, o pólo positivo da campo externo também repele os pólos positivos de cada átomo magnetizado do nosso material, uma vez que os campos são contrários. Quando essa força de repulsão é maior que o peso do material, esse pode levitar.

Ora, se a explicação parece tão simples, por que surpreenderia muitos físicos? Acontece que o efeito do diamagnetismo dos materiais, ou seja, o tamanho do campo magnético induzido é, em geral, muito pequeno. O campo induzido em um material diamagnético, como um sapo, por exemplo, é cerca de um bilhão de vezes menor que o campo magnético de um ímã comum. Acredita-se, portanto, que seja preciso um campo magnético externo enorme para produzir um efeito como a levitação. William Thomson, o Lord Kelvin, se referindo à levitação de materiais diamagnéticos disse: “Será provavelmente impossível observar esse fenômeno devido à impossibilidade de se obter um ímã suficientemente forte e uma substância diamagnética suficiente-

$$U = \rho Vgz - \frac{\vec{m} \cdot \vec{B}}{2} = \rho Vgz - \frac{\chi V}{2\mu_0} B^2 \quad (1)$$

onde g é a aceleração da gravidade, ρ é a densidade do material e z é a altura do corpo. Para que o material flutue de forma estável a uma altura z em alguma posição é necessário que U tenha um ponto de mínimo⁶. A condição de equilíbrio é que a força,

$$\vec{F} = -\vec{\nabla}U = -\rho Vg\hat{z} + \frac{\chi V}{2\mu_0} \vec{\nabla}B^2 \quad (2)$$

seja nula. Na direção z , para que a força gravitacional seja compensada pela magnética, a equação 2 conduz a

$$B \frac{\partial B}{\partial z} = \frac{\mu_0 \rho g}{\chi} \quad (3)$$

Vê-se, portanto, que para haver equilíbrio não basta um campo magnético com alta intensidade (χ para a maioria dos materiais diamagnéticos

*Em alguns materiais, como o ferro, os átomos já se comportam naturalmente como ímãs, sendo essa propriedade predominante. Esses materiais (chamados ferromagnéticos e paramagnéticos) ao invés de repelirem o campo externo, na verdade intensificam o mesmo, sendo, então, atraídos por um ímã.

é pequeno), mas é preciso que este seja também não homogêneo (para materiais diamagnéticos o campo deve diminuir de amplitude com a altura). A partir da equação 3 pode-se estimar o valor da amplitude do campo necessário para levantar um material. Para isso, tome-se como exemplo a água como material diamagnético: para a água⁷ $\chi = -8,8 \times 10^{-6}$, e tomando $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, tem-se $B\partial B/\partial z = -1400,9 \text{ T}^2 \text{ m}^{-1}$. A Figura 3 mostra o perfil da magnitude do campo magnético com a altura z para o magneto esquematizado na Figura 1.

Da Figura 3 tem-se, na posição $z = 78 \text{ mm}$ onde $B = 0.63B_0$, que a derivada do campo é $\partial B/\partial z = -8,15B_0 \text{ m}^{-1}$, do que é necessário um campo magnético central $B_0 = 16,5 \text{ T}$ para observar levitação. Esse valor está de acordo com o valor necessário para levantar uma pequena quantidade de água mostrada na Figura 4.

Uma questão importante envolve a estabilidade do equilíbrio⁶. Para que o equilíbrio seja estável a força dada pela equação (2) deve ser uma força restauradora, o que pode ser expresso matematicamente por $\vec{\nabla} \cdot \vec{F} < 0$ ⁴. Da equação (2) segue que,

$$\frac{\chi V}{2\mu_0} = \nabla^2 B^2 < 0 \quad (4)$$

Mas como não existem monopólos magnéticos ($\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$) e como não existem correntes na região do centro do magneto ($\vec{\nabla} \times \vec{B} = 0$), pode-se mostrar⁶ que $\nabla^2 B^2 \geq 0$. Portanto, a equação (4) implica que uma condição necessária para levitação estável é χ ser menor que zero. Ou seja, levitação estável só pode ocorrer para materiais dia-

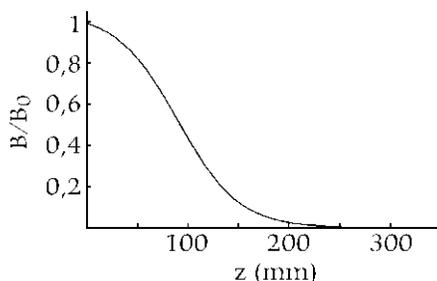


Figura 3. Amplitude do campo magnético no eixo do magneto esquematizado na Figura 1. B_0 é o valor da amplitude do campo magnético no centro do magneto.

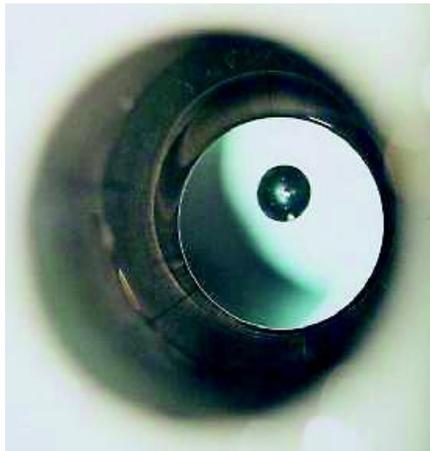


Figura 4. Levitação de uma porção de água pura. A forma arredondada da gota d'água é devido à ausência de uma força resultante.

magnéticos. Isso significa que se tentar levantar um pequeno pedaço de ferro usando ímãs, você poderá conseguir com que este seja repelido, mas não conseguirá fazê-lo flutuar estavelmente, *qualquer que seja o desenho ou configuração dos ímãs que utilizar*.

A levitação estável de materiais diamagnéticos pode parecer ainda mais surpreendente para os físicos, pois aparentemente viola a restrição imposta pelo teorema de Earnshaw⁸ que diz “*não é possível atingir levitação estável de um objeto feito de cargas, magnetos e massas com uma configuração fixa, com uma combinação qualquer de forças magnetostáticas, eletrostáticas e gravitacional*”. A prova desse teorema é dada pela própria equação (4), a energia potencial de uma amostra magnética ($\chi > 0$), na presença de forças magnetostáticas, não pode apresentar um mínimo requerido para estabilidade.

Como vimos, apenas materiais diamagnéticos podem se livrar das imposições representadas no teorema de Earnshaw. A razão é que o diamagnetismo emerge do movimento dos elétrons em torno do núcleo e, portanto, o sistema não pode ser considerado como “*cargas, magnetos e massas com uma configuração fixa*”.

Uma vez que se crie a condição adequada de campo magnético, com intensidade e geometria apropriadas, um ser vivo, portanto, *pode* levantar. Isso significa que *em princípio* mesmo um *ser humano* poderia ser suspenso no ar

utilizando essa técnica, o que não significa que *podemos* fazer tal experimento. O problema é conseguir um campo magnético alto, em um volume grande suficiente, para acomodar um ser humano. Além disso, o valor de campo externo para conseguir $B\partial B/\partial z$ suficientemente grande para levantar um ser humano aumenta com o volume da região. De acordo com desenhistas de magnetos do National High Magnetic Field Laboratory³ em Tallahassee, Flórida, com a tecnologia atual pode-se acomodar objetos de até 15 cm.

Apesar de não poder levantar magneticamente seres humanos, o fato de as forças magnética e gravitacional se cancelarem na escala atômica torna possível que experimentos que necessitam de condições de microgravidade (devemos manter em mente que, como os objetos são finitos e as condições de B e $\partial B/\partial z$ variam espacialmente, em algumas partes dos objetos as forças magnética e gravitacional não se cancelam exatamente) possam ser realizados aqui mesmo na Terra, mesmo com organismos vivos complexos.

Quanto aos efeitos de altos campos magnéticos em seres vivos, se alguém lendo esse artigo ficou preocupado com efeitos adversos, sapos são provavelmente muito pequenos. Em aplicações médicas, como em ressonância magnética nuclear, experimentos com voluntários mostram que não há perigo na exposição a campos magnéticos de até 4 Tesla⁹.

Referências Bibliográficas

1. Veja seção “Physics in Action” na *Physics World*, v. 10, n. 4, de abril de 1997, p. 28.
2. Veja seção “This Week” na *New Scientist* 154 (2077) de 12 abril de 1997, p. 13.
3. Geim, A.K. *Physics Today*, setembro (1998).
4. Beaunon, E.; Tournier, R. *Nature* 349, 470 (1991).
5. Thomson, W. (Lord Kelvin), Reprints of Papers on Electrostatics and Magnetism, MacMillan London, (1872).
6. Berry, M.V.; Geim, A.K. *Eur. J. Phys.* 18, 307 (1997).
7. Kaye, W.G.; Laby, T.H. *Tables of Physical and Chemical Constants*, Longman, London, (1973).
8. Earnshaw, S. *Trans. Camb. Phil. Soc.* 7, 97 (1842); W. T. Sott, *Am. J. Phys.* 27, 418 (1959).
9. Schenck, J.F. *Annals NY Acad. Sci* 649, 285 (1992).



Atração Magnética

Nesta experiência, o nosso objetivo é que a criança relacione em quais materiais um ímã pode exercer o “poder de atração”. Além disso, pretendemos introduzir o conceito de campo magnético e elucidar a transformação de alguns materiais em ímãs temporários.

A proposta é que as crianças deem aproximação do ímã de alguns materiais metálicos e não-metálicos, observando o fenômeno de atração magnética.

Material Utilizado

- Ímã (barra, forma de U, cilíndrico).
- Botões de plásticos, clips de plásticos, tampas de canetas.
- Alfinetes, parafusos, pregos, clips de metal.
- Moedas.

Desafio

Como você pode ‘pegar’ uma moeda sem colocar sua mão sobre ela?

Para descobrir como pegar objetos sem colocar a mão diretamente neles, o professor deve orientar os alunos a fazerem alguns testes.

Por exemplo, coloque todos os materiais juntos em cima de uma mesa. Inicialmente deixe as crianças à vontade. Caso nenhuma manifestação seja observada, o que é muito difícil em função de uma curiosidade inerente, oriente-as do seguinte modo:

- Peça para elas aproximarem a moeda dos materiais e verificarem o que ocorre.

- Aproxime o ímã da moeda e, em seguida, aproxime os outros materiais.

Atitudes observadas no trabalho desenvolvido

Antes de aproximar a moeda, ou o ímã, as crianças têm por curiosidade manipular os outros materiais, verificando que ali existem materiais não-metálicos e materiais metálicos, que elas podem identificar apenas como ‘ferro’.

1. Ao aproximar a moeda, elas verificam que nada ocorre. O interessante é que algumas não só insistem, mas ficam irritadas, chegando a bater com a moeda nos materiais para produzir alguma alteração.

2. Ao usar o ímã, vem o espanto:

“Nossa!! Tem algo mágico que atrai o ‘ferro’!!!”

Em seguida, todas as crianças largam a moeda e vão diretamente conferir o que o ímã pode fazer.

Elas repetem a operação várias vezes e, por si só, começam a afastar e aproximar o ímã para ver se isto influencia em alguma coisa.

3. Aproximando o ímã da moeda, estes entrarão em contato. Ao aproximarmos a moeda dos materiais, esta, ainda em contato com o ímã, passará a atrair da mesma maneira que o ímã:

As crianças vão ao delírio ao perceberem que a moeda comporta-se como um ímã.

“Caramba!! A moeda pegou o poder do ímã.”

.....
Martin L.K.A. Sousa
Marisa Almeida Cavalcante

Grupo de Pesquisa em Ensino de Física da PUC-SP e Escola do Futuro d USP
<http://mesonpi.cat.cbpf.br/marisa/>
.....

Muitos professores de Ciências queixam-se da falta de informações e recursos para trabalhar conceitos em Física que permitam às crianças desenvolver atividades de investigação científica, despertando desde cedo o seu interesse em descobrir melhor a sua interação com a natureza. Deste modo, este trabalho visa fornecer informações básicas aos professores do Ensino Fundamental de como podemos trabalhar de forma interativa conceitos tão importantes como os de forças de campo. Estas informações vão desde a metodologia adotada, até informações conceituais básicas que lhe permitam um maior domínio conceitual sobre o tema proposto. Esperamos, com isto, poder contribuir para uma melhor formação de nossas crianças numa compreensão mais ampla do mundo em que vivemos, tornando a Física parte integrante de suas vidas. Tudo isto acontecendo de uma forma agradável, tanto quanto uma brincadeira. Afinal, para uma boa relação ensino-aprendizagem o prazer é fundamental.

Elas também relacionam, facilmente, que se retirarmos a moeda do contato com o ímã, ela perderá este 'poder'.

Explicação Básica do Fenômeno (Item dedicado ao professor)

Magnetismo é a propriedade que certos materiais têm de atrair pedaços de ferro e outras substâncias como o níquel, o cobalto e as ligas com estes metais.

Outros metais como prata, cobre, alumínio e outros materiais como vidro, madeira e plástico não sofrem influência observável sob a ação do campo magnético fraco de um ímã comum.

Os materiais atraídos pelo ímã são chamados de ferromagnéticos. Estes materiais também podem comportar-se como um ímã, atraindo outros materiais ferromagnéticos.

Portanto, existem dois tipos de ímãs:

Permanente: quando o magnetismo do material se conserva por tempo indefinido. Ex: o próprio ímã em barra.

Temporário: quando o magnetismo do material permanece apenas durante algum tempo. Ex: a moeda em contato com um ímã se transformará em um ímã enquanto durar o contato.

Um exemplo de relatório

Observe na Figura 1 a riqueza de detalhes que esta criança mostra em seu relatório, incluindo os desenhos para ilustrar o processo de investigação.

Campo e Força Magnética

Nesta atividade, esperamos que o aluno comece a perceber a relação entre o campo magnético e a força magnética capaz de alterar o estado de um corpo.

Materiais Utilizados

- 2 ímãs (barra, U, cilíndrico).
- Caixa de fósforos.

Desafio

Deslocar uma caixa de fósforo de um ponto a outro da mesa sem encostar sua mão na caixa.

Orientação: Coloque em cima da mesa a caixa de fósforos e os dois ímãs. Determine duas posições na mesa e peça para as crianças levarem a caixa de fósforos de uma posição à outra, usando apenas os ímãs.

Atitudes observadas no trabalho desenvolvido

No começo as crianças não dão muita importância para a caixa de fósforos. Elas ainda estão 'maravilhadas' com a descoberta do ímã.

Depois de algum tempo, elas começam a usar a caixa e os ímãs. Elas colocam um ímã em cima e outro embaixo da caixa, verificando que nada acontece. Mudam a posição de um dos ímãs até que o outro comece a movimentar-se, só que a caixa permanece parada. Uma criança do grupo coloca o ímã dentro da caixa e ao aproximar o outro, a caixa começa a movimentar-se fazendo com que todas vibrem com mais um problema solucionado.

Sozinhas elas percebem que a distância do ímã à caixa e o lado em que elas aproximam influenciam no movimento da mesma.

Geralmente, depois da descoberta, as crianças vão querer disputar uma corrida com as caixas de fósforos. A vontade de vencer poderá atrapalhar um pouco o movimento contínuo



Figura 1. Exemplo de relatório.

da caixa, já que elas querem movimentá-la o mais rápido possível e acabam afastando demais o ímã e, assim, a caixa acaba parando.

E aí surge um novo problema: a relação com a distância.

Esta relação entre distância, atração e movimento será abordada na atividade 3

Um exemplo de relatório

Observe que nesta atividade existem dois ímãs e as crianças ainda acreditam que o ímã externo 'passa o poder' para o ímã interno, a caixa, mas

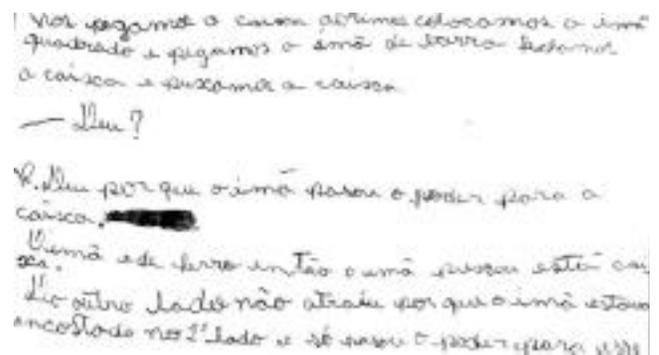


Figura 2. Verifique que neste relatório a criança ainda não percebeu a interação entre ímãs, por isso há necessidade de trabalharmos melhor este conceito. Afinal 'quem' é responsável pelo campo magnético?



Figura 3. Observe a expressão de espanto com a descoberta da repulsão entre os pólos de um ímã.

isto somente em uma condição (*do outro lado não atraiu...*) (Figura 2).

Polaridade de um ímã

Força de atração e repulsão

Nesta atividade, a criança vai tentar resolver um problema criado por ela mesma na euforia da corrida entre as caixas de fósforos. Para manter um deslocamento contínuo da caixa, ela não podia afastar muito o ímã da caixa. Por outro lado, na tentativa de aproximação do ímã da caixa havia casos em que a caixa se movimentava em sentidos diferentes conforme a posição do ímã. Em um caso havia atração e em outro repulsão. Como pode?

Material utilizado

- Ímãs (barra, cilíndrico, U).
- 2 canetas para quadro branco com cores diferentes.



Figura 4. Caixa de fósforo e a observação da interação entre os ímãs.

Desafio

Descubra os lados dos ímãs que se atraem e os lados que se repelem.

Orientação: Coloque os ímãs sobre a mesa, de preferência, use dois ímãs cilíndricos e depois os outros modelos.

1. Peça para as crianças aproximarem as pontas dos ímãs.
2. Peça para elas mudarem as posições.
3. Repetir as operações com distâncias diferentes.

Atitudes observadas no trabalho desenvolvido

Certamente, esta é a experiência que as crianças mais gostam. Primeiro, porque elas já têm alguns conceitos sobre magnetismo; e, segundo, porque é uma verdadeira ‘festa’ verificar um ímã ‘fugindo’ do outro, ou colando um no outro. Através de uma ‘verdadeira brincadeira’, elas conseguem relacionar perfeitamente a diferença dos pólos e a influência no movimento do ímã.

1. Após as crianças terem brincado com os ímãs, use as canetas para marcar os pólos, verificando que as cores iguais deverão repelir-se e as diferentes se atrairão.

Faça esta marcação sem as crianças perceberem os pólos.

2. Com as marcações feitas, peça para repetirem a experiência.

Prepare-se: neste momento começa uma sequência de espanto e alegria com as novas descobertas.

3. Coloque um ímã sobre a mesa e peça para aproximar um outro de mesma cor. O que acontecerá? A resposta vem em coro:

‘Um ímã atrairá o outro!!’

Para espanto geral, o ímã que estava sobre a mesa começa a afastar-se, e elas imediatamente trocam de lado, fazendo com que o ímã volte à posição original.

4. Peça para elas segurarem e aproximarem os ímãs. É incrível a sensação de repulsão e atração que experimentam. É como se tudo fosse mágico.

Explicação Básica do Fenômeno (Item dedicado ao professor)

Nesta experiência, verificamos que existem posições em que os ímãs se atraem e posições em que eles se repelem. Estas posições localizam-se em lados opostos de um ímã; são os chamados pólos norte e sul de um ímã. Então aprendemos que os pólos diferentes se atraem e os pólos iguais se repelem.

Essa atração e repulsão é devido à força magnética. A força magnética atua numa determinada região do espaço, chamada de campo magnético.

Também é interessante observar que, independentemente dos pólos, eles atraem outros materiais, como, por exemplo, moedas.

Um exemplo de relatório

Observe que neste relatório (Figura 5) a criança mostra que não apenas percebe a existência da atração e repulsão entre os pólos ‘diferentes’ e ‘iguais’ de um ímã, como também verifica a questão da inércia dos corpos ao movimento em relação a sua massa (*isto fica claro quando ela mostra a dificuldade de movimento para o ímã maior*). Neste relatório também percebemos que houve um entendimento da influência da distância no processo de interação.

Conclusão

O objetivo deste trabalho que foi apresentado em três partes foi fornecer algumas opções no aprendizado dos princípios do magnetismo para as séries iniciais do ensino fundamental.

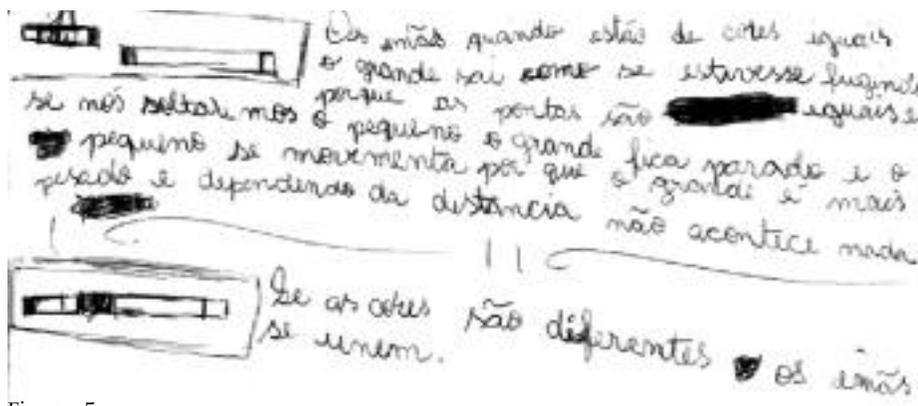


Figura 5.

Procuramos realizar uma série de atividades, permitindo que no início de sua jornada estudantil a criança tenha um contato agradável com a ciência. Acreditamos que desta forma aumentamos a chance de que esta criança venha a “gostar” de física. Sabemos que muitas vezes a física é encarada como uma matéria em que o aluno tem de decorar muitas fórmulas e “receitas” para a resolução de exercícios, que não os levam a pensar, nem tão pouco relacionar a física ao o seu cotidiano, fazendo assim com que a Física perca toda a sua beleza e fatalmente venha a trazer um total

desinteresse por parte dos alunos e até mesmo dos professores.

Através das atividades desenvolvidas e orientadas pelo professor, a criança pode tomar contato com conceitos importantes como a ação de forças de campo e a sua relação com a distância de interação; a existência de corpos que dão origem ao campo e corpos que podem ou não sentir a ação destes campos. As atividades apresentadas permitem que conteúdos importantes, para uma compreensão melhor do mundo real e do cotidiano de nossas crianças, possam ser abordados de forma altamente

interativa e de maneira descontraída e, acima de tudo, prazerosa.

Não é nosso intuito abordar o formalismo matemático envolvido, mas a compreensão do fenômeno, até porque este formalismo terá ‘hora certa’ para acontecer.

Este trabalho foi feito com crianças de 7 e 8 anos (primeira e segunda séries) do ensino fundamental da rede Estadual de Ensino pelo professor Martin L.K.A. de Sousa, durante o desenvolvimento de atividades para a disciplina de Instrumentação para o Ensino de Física da PUC/SP

Referências Bibliográficas

1. Carvalho, A.M.P.; Vannuchi, A.I.; Barros M.A.; Gonçalves, M.E.R.; Rey, R.C. *Ciências no Ensino Fundamental – O Conhecimento Físico* – Editora Scipione. 1ª edição – 1998.
2. Coleção Jovem Cientista: *Magnetismo*. Ed. Globo.
3. Cruz, D. *Ciências e Educação Ambiental*. Ed. Ática; Cap.25
4. Gonçalves e Toscano. *Física e Realidade*. Ed. Scipione; Cap.3, v.3.
5. Ayrton e Sariego. *Ciências*. Ed. Scipione; Cap.15.
6. Física. Atlas Visuais; Ed. Ática.

Participantes brasileiros da Olimpíada Ibero-Americana de Física

Primeira fase, 21 de setembro de 2000, Zaragoza, Espanha

Outra equipe selecionada pela Olimpíada Brasileira de Física representou o Brasil em um segundo evento internacional: a *Olimpíada Ibero-Americana de Física*. A SBF enviou uma delegação para a primeira fase que aconteceu em setembro, na cidade de Zaragoza, Espanha. A equipe brasileira contou com os seguintes representantes:

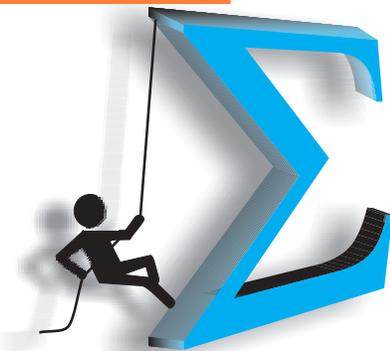
- Alexandre Henrique dos Santos
- Diogo Diniz Pereira da Silva
- Francisco Vieira Neto

Também desta vez a equipe brasileira não conseguiu um resultado de maior expressão, ficando com uma menção honrosa.

Maiores detalhes podem ser encontrados em <http://fisaplic.unizar.es/olimpiada/webolimp.html>.



Da esquerda para a direita, o delegado brasileiro Prof. Fernando Moraes, da UFPE, Diogo Diniz Pereira da Silva e Silva, de Campina Grande (PB), Francisco Vieira Neto, de Goiânia (GO) e Alexandre Henrique dos Santos, de São Carlos (SP). Os três brasileiros exibem o diploma de menção honrosa após a cerimônia de premiação e encerramento.



Problemas Olímpicos

1 Como determinar experimentalmente o calor específico do petróleo usando uma balança, um calorímetro, um termômetro, um aquecedor elétrico, um cronômetro, petróleo líquido, água e acessórios? Discuta o procedimento experimental.

I Olimpíada Internacional de Física, Varsóvia - Polônia (1967)

2 Um andarilho encontra-se no meio de um grande deserto completamente plano. A alguma distância ele vê o que parece ser água na superfície do deserto. Conforme ele se aproxima da “água” ela parece estar se afastando, de modo que sua distância até a “água” se mantém como antes. Explique este fenômeno.

Calcule a temperatura no nível do solo para o fenômeno descrito acima, supondo que os olhos do andarilho estão a uma altura de 1,60 m acima do solo e que sua distância até a “água” é de 250 m. O índice de refração do ar a uma temperatura de 15 °C e pressão atmosférica normal é 1,000276. A temperatura do ar a uma altura acima de 1 m é suposta constante e igual a 30 °C, e a pressão do ar nas condições normais de pressão atmosférica é 0,1013 MPa.

Denote o índice de refração por n e suponha que $n - 1$ é proporcional à densidade do ar.

Discuta a precisão do resultado.

XV Olimpíada Internacional de Física, Sigtuna - Suécia (1984)

3 Uma expedição científica é enviada para uma ilha desabitada. Não há qualquer fonte

de energia, mas os integrantes da expedição acham um tanque com um gás quimicamente inerte. Este gás é mais pesado do que o ar e sua pressão e temperatura são as mesmas da atmosfera ao seu redor. Os cientistas têm também dois tipos de membranas, uma que é permeável ao gás inerte e outra que é permeável somente ao ar.

Sugira uma maneira de como construir uma máquina capaz de produzir trabalho útil a partir dos itens disponíveis aos membros da expedição.

VII Olimpíada Internacional de Física, Varsóvia - Polônia (1974)

4 Neste problema analisaremos e interpretaremos as medidas realizadas em 1994 sobre a emissão de ondas de rádio emitidas por uma fonte composta situada dentro de nossa galáxia.

O receptor utilizado podia detectar ondas de rádio com comprimentos de vários centímetros. Na Figura 1 vemos imagens de curvas de igual intensidade de radiação (no estilo de uma curva de nível de uma superfície) correspondente a diferentes tempos (para seis datas diferentes). Os dois máximos de intensidade associados aos círculos menores podem ser interpretados como correspondentes a dois objetos que se afastam de um centro comum (marcado com uma cruz em cada uma das imagens; este centro é suposto fixo no espaço). As medições realizadas nos diferentes dias foram feitas na mesma hora. O segmento de um segundo de arco corresponde à escala da Figura 1 ($1 \text{ sa} = 1/3600$ de um grau).

.....
Seleção e tradução:

José Evangelista Moreira

Departamento de Física, Universidade Federal do Ceará
e-mail: ita@fisica.ufc.br

.....
José Pedro Rino

Departamento de Física, Universidade Federal de S. Carlos
e-mail: djpr@df.ufscar.br

.....
Esta seção apresentará problemas desafiadores que têm sido propostos em olimpíadas, gincanas e livros e comentará a solução dos mesmos.

A distância da Terra ao corpo celeste indicado com as cruzes é estimada em $R = 12,5$ kpc ($1 \text{ kpc} = 3,09 \cdot 10^{19} \text{ m}$). A velocidade da luz é $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$. Cálculos de erros não são exigidos na solução.

a) Indique as posições angulares, em relação ao centro fixo comum dos dois objetos ejetados, como $\theta_1(t)$ e $\theta_2(t)$ ($\theta_1(t)$ corresponde ao objeto emissor à esquerda e $\theta_2(t)$ ao objeto emissor à direita e t é o tempo de observação expresso em dias). Considere o tempo igual a zero para a primeira observação. Indique, além disso, como ω_1 e ω_2 as correspondentes velocidades angulares observadas da Terra. Sejam também $v'_{1,\perp}$ e $v'_{2,\perp}$ as correspondentes velocidades transversais aparentes (normais à linha de observação da Terra).

Utilizando a figura, construa um gráfico de θ_1 e θ_2 em função do tempo (considere θ_1 positivo e θ_2 nega-

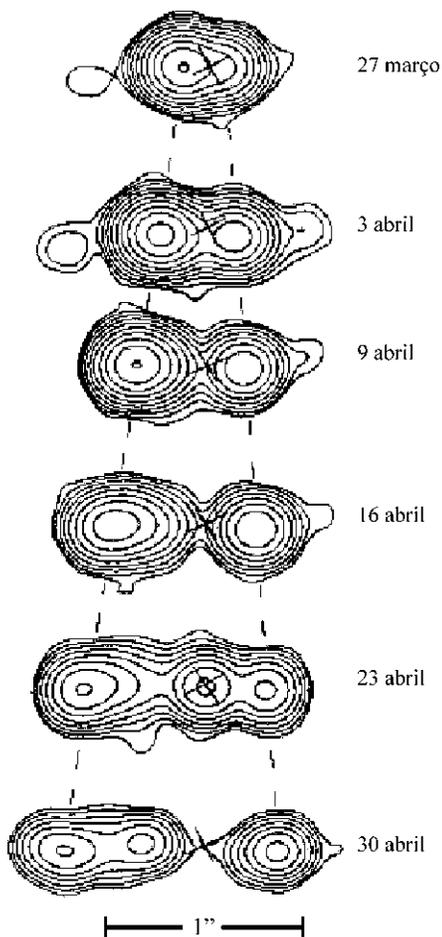


Figura 1. Emissão de rádio de uma fonte em nossa galáxia.

tivo, medidos a partir do centro comum) para determinar os módulos das velocidades angulares ω_1 e ω_2 expressas em milissegundos de arco por dia (msa/d).

Determine também os valores numéricos de $v'_{1,\perp}$ e $v'_{2,\perp}$ (alguns dos valores das velocidades transversais aparentes obtidas podem ser maiores que a velocidade da luz, causando um paradoxo aparente).

b) Para resolver o aparente paradoxo que surgiu no item (a), considere o seguinte problema: seja uma fonte luminosa, movendo-se a uma velocidade \tilde{v} com um ângulo ϕ ($0 < \phi < \pi$) em relação à direção do raio R de um observador em O, como mostra a Figura 2.

Expresse o módulo de \tilde{v} como $v = \beta c$, sendo c a velocidade da luz. A distância ao observador é R . A velocidade transversal aparente v'_{\perp} para o observador em O é a distância transversal percorrida dividida pelo tempo de chegada a O, dos sinais que partem em instantes diferentes da fonte. A velocidade angular medida pelo observador é ω .

Determine v'_{\perp} e ω em termos de β , R , e ϕ .

c) Suponha que os dois objetos ejetados, descritos na introdução e na parte (a) deste problema, estão se movendo em direções opostas com o mesmo módulo da velocidade $v = \beta c$. Logo, os resultados da parte (b) permitem calcular β e ϕ a partir das velocidades angulares ω_1 e ω_2 e a distância R . Considere que ϕ corresponde ao objeto que, na parte (a), foi designado como 1. Deduza expressões para β e ϕ em termos de quantidades conhecidas e determine seus valores numéricos a partir dos dados da parte (a).

d) No problema de um único objeto, considerado na parte (b), encontre a condição para que a veloci-

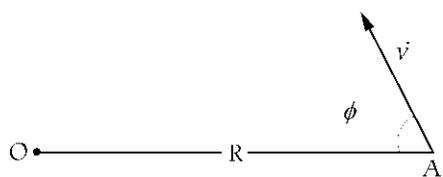


Figura 2: O observador está em O e a posição original da fonte de rádio está em A. O vetor velocidade é v .

dade transversal aparente v'_{\perp} seja maior que a velocidade c da luz. Escreva esta condição na forma $\beta > f(\phi)$ e dê uma expressão analítica para a função $f(\phi)$ na folha de respostas. Desenhe na folha de gráficos o plano (β , ϕ) e assinale a região fisicamente relevante dos valores de β e ϕ , para os quais se cumpre a condição $v'_{\perp} > c$. Sombreie o interior da região mencionada.

e) Novamente, no problema de um só objeto da parte (b) encontre uma expressão para o valor máximo $(v'_{\perp})_{\text{máx}}$ de v'_{\perp} em termos de β . Escreva seus resultados no lugar correspondente da folha de resposta. Observe que $(v'_{\perp})_{\text{máx}}$ tende a infinito quando β se aproxima de 1.

f) As estimativas do valor de R dado na introdução não são muito confiáveis. Por isso, alguns investigadores estão procurando formas melhores e mais diretas de determinar R . Uma idéia é a seguinte: suponha que podemos identificar e medir os comprimentos de onda λ_1 e λ_2 da radiação dos dois objetos ejetados, afetados pelo efeito Doppler, correspondentes ao mesmo comprimento de onda original λ_0 da fonte em repouso. A partir da expressão relativística do efeito Doppler $\lambda = \lambda_0 (1 - \beta \cos \phi) (1 - \beta^2)^{-1/2}$ e supondo, como antes, que os objetos se movem em sentidos opostos com o mesmo módulo da velocidade v , mostre que β pode ser expresso em termos de λ_0 , λ_1 e λ_2 como

$$\beta = \sqrt{1 - \frac{\alpha \lambda_0^2}{(\lambda_1 + \lambda_2)^2}}$$

Escreva o valor numérico do coeficiente α .

Finalmente, é possível notar que as medidas de λ_1 e λ_2 podem representar, na prática, uma nova maneira de estimar a distância.

XXIX Olimpíada Internacional de Física - Islândia (1998)

5 (a) Um fóton de frequência f possui uma massa inercial efetiva m determinada por sua energia. Podemos supor que ele tem uma massa gravitacional igual à sua massa inercial. Desta forma, um fóton, emitido da superfície de uma es-

trela, perderá energia quando escapar do campo gravitacional da mesma. Mostre que a variação na frequência do fóton quando escapa da superfície de uma estrela para o infinito é dada por

$$\frac{\Delta f}{f} = -\frac{GM}{Rc^2}$$

para $\Delta f \ll f$, sendo G a constante de gravitação, R o raio da estrela, c a velocidade da luz e M a massa da estrela.

Desta forma, o deslocamento para o vermelho de uma linha espectral, medida bastante longe da estrela, pode ser usada para medir a razão M/R . O conhecimento de R permite-nos determinar a massa da estrela.

(b) Uma espaçonave não tripulada é lançada em um experimento para medir ambos a massa M e o raio R de uma estrela em nossa galáxia. Quando a espaçonave aproxima sua objetiva radialmente, fótons emitidos de íons de He^+ na superfície da estrela são monitorados via excitação de ressonância dos feixes de íons de He^+ em uma câmara de testes dentro da espaçonave. Absorção ressonante ocorre somente se os íons He^+ tiverem uma velocidade na direção da estrela que compensem exatamente o alargamento para o vermelho. A velocidade

Tabela 1. Dados para a condição de ressonância

Parâmetro de velocidade $\beta = v/c$ (10^{-5})	3,352	3,279	3,195	3,077	2,955
Distância da superfície da estrela d (10^8 m)	38,90	19,98	13,32	8,99	6,67

($v = \beta c$) dos íons de He^+ , na espaçonave relativa à estrela na absorção ressonante, é medida como função da distância d da superfície (mais próxima) da estrela. Os dados experimentais são mostrados na tabela em anexo. Utilizando os dados da Tabela 1, determine graficamente a massa M e o raio R da estrela. Não há necessidade em estimar incertezas em sua resposta.

Para determinar R e M em tal experimento, é usual considerar uma correção na frequência devido ao recuo do átomo emissor. (O movimento térmico alarga as linhas de emissão sem deslocar a posição de seu máximo e podemos, então, supor que todo efeito térmico tenha sido considerado).

Seja E a diferença de energia entre dois níveis atômicos de energia, com o átomo em repouso em cada caso. Suponha que o átomo decaia ao repouso, produzindo um fóton e o recuo de um átomo. Obtenha a expres-

são relativística para a energia hf do fóton emitido em termos de E e da massa de repouso inicial m_0 do átomo.

Desta forma, faça uma estimativa numérica do desvio relativístico de frequência para o caso dos íons de He^+ . Sua resposta necessariamente deve ser muito menor que o desvio gravitacional para o vermelho obtido na parte (b).

Dados:

Velocidade da luz

$$c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$$

Energia de repouso do He

$$m_0 c^2 = 4 \times 938 \text{ (MeV)}$$

Energia de Bohr

$$E_n = -13,6 Z^2/n^2 \text{ (eV)}$$

Constante gravitacional

$$G = 6,7 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$$

XXVII Olimpíada Internacional de Física - Austrália (1996)

Envie a sua solução para Prof. José E. Moreira: ita@fisica.ufc.br
Soluções comentadas no próximo número de *Física na Escola*.

XIV Simpósio Nacional de Ensino de Física

Atividades propostas

- ✓ Conferência de abertura
- ✓ Cursos
- ✓ Palestras
- ✓ Painéis
- ✓ Mesas redondas
- ✓ Mostras
- ✓ Fóruns e debates
- ✓ Circo
- ✓ Oficinas
- ✓ Atividades culturais em geral

Natal - 2 a 6 de julho de 2001

Acompanhe a programação no site da SBF

PARTICIPE!





Notas da HISTÓRIA DA FÍSICA no Brasil



Costa Ribeiro ganhou o Prêmio Einstein da Academia Brasileira de Ciências.

Há 50 anos, **Joaquim da Costa Ribeiro** publicou um trabalho nos *Anais da Academia Brasileira de Ciências* relatando a descoberta, feita em 1943, do “efeito termodielétrico”, ou efeito Costa Ribeiro, como ficou conhecido. Ele estudava a formação de cargas espaciais perto do ponto de fusão quando notou que o sólido formado a partir do líquido ficava carregado mesmo sem a presença de um campo elétrico. A interpretação deste resultado exigiu vários estudos complementares. Ele trabalhava com um material muito brasileiro, a cera de carnaúba. Foi, juntamente com Bernhard Gross, o pioneiro da física experimental em estado sólido no Brasil.

[Veja mais detalhes no relato do Prof. Guilherme F. Leal Ferreira na *Revista Brasileira de Física de Ensino de Física*, vol. 22 n. 3, setembro 2000.

Em 1941, **Mário Schenberg** desenvolveu, com George Gamov, o mecanismo de explosão das estrelas supernovas que ficou conhecido como processo Urca, em homenagem ao famoso cassino do Rio de Janeiro. O processo Urca consiste na perda de energia através da emissão de neutrinos, durante a explosão das supernovas. O ponto em comum entre o efeito e o cassino residia no fato de eventualmente fichas ‘sumirem’ das mesas de aposta sem a menor explicação para o fato...

Um outro trabalho importante de Schenberg foi com o grande astrofísico Chandrashekar e conhecido hoje como o limite de Schenberg-Chandrashekar e que determina a partir de que ponto na vida de uma estrela ela se torna instável. Quando a estrela converteu aproximadamente 10% de seu hidrogênio em hélio, ela se torna instável.

[Veja mais em <http://www.dialdata.com.br/casadasrosas/mario/fisico.htm>].

Um dos primeiros trabalhos experimentais em Física no Brasil foi realizado em 1939 por Gleb Wataghin e seus jovens estudantes **Marcelo Damy de Souza Santos** e Paulus Aulus Pompéia e consistiu na produção, a partir dos raios cósmicos, dos “chuveiros penetrantes”. Wataghin quando veio para o Brasil já trabalhava em questões teóricas fundamentais e acreditava que as interações com as partículas extremamente velozes (altamente energéticas), vindas na forma de raios cósmicos, ao se chocarem com os átomos presentes na atmosfera da Terra originariam muitas outras partículas menores numa formação em chuva. Mais tarde a componente penetrante dos chuveiros foi identificada como sendo devida aos múons. Damy e Pompéia, experientes em eletrônica, produziram um circuito capaz de aumentar a velocidade com que os contadores elétricos registravam a passagem das partículas. Os contadores foram usados em experiências em grandes altitudes, a bordo de aviões e em montanhas, e debaixo da terra, no interior de minas de ouro.

[Veja <http://www.unicamp.br/~turtelli/www0.htm>]



Mário Schenberg, 1916-1990, um dos mais importantes físicos teóricos brasileiros, entre Pauli (esq.) e Chandrashekar (dir.).

À direita: **Marcelo Damy** na mina de ouro de Morro Velho em Minas Gerais, onde também foram realizadas medidas em raios cósmicos.



Resenhas

A Física na Formação de Professores do Ensino Fundamental

Fernanda Ostermann e Marco A. Moreira. Editora da Universidade, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999, 151 p.

O livro trata do papel da física na formação de professores para as quatro séries iniciais do ensino fundamental e baseia-se em uma experiência dos autores realizada em uma escola de Porto Alegre de nível médio, modalidade Normal. Do ponto de vista do ensino da física, a importância desse tema reside no fato de que é nessas séries que os alunos tomam contato, pela primeira vez, com certos conceitos físicos em uma situação de ensino formal. Muito da aprendizagem subsequente em física depende da forma como esse contato inicial ocorre. Uma constatação dos autores e freqüente de quem analisa a escola brasileira é que as crianças, inicialmente motivadas a aprender ciência, perdem paulatinamente esta curiosidade científica. Uma das razões para isto seria a incapacidade da escola de responder ao desafio de um ensino estimulante. Os professores dessas séries têm usualmente uma formação científica inadequada e que é colocada em segundo plano.

O livro posiciona-se em favor de uma nova proposta para a física no ensino médio, modalidade Normal, abordagem que foi implementada na prática da escola e que colheu resultados bastante satisfatórios, na avaliação dos autores. Dentro de uma perspectiva construtivista, o processo ensino-aprendizado envolveu a inte-

gração da experimentação com a ênfase conceitual e qualitativa nos conceitos fundamentais, divididos em três unidades: força e movimento, pressão, calor e temperatura. O livro apresenta também, em apêndices, tópicos sobre astronomia - as estações do ano - e sobre os mapas conceituais, seu significado e seus usos. Livros como este, que trazem reflexões fundamentadas em práticas cuidadosas, são certamente uma boa contribuição para a qualificação dos professores e para a melhoria de nosso ensino de ciências, hoje tão debilitado.

Ildeu de Castro Moreira
IF/UFRJ

A Teoria da Relatividade Especial e Geral

Albert Einstein (tradução de Carlos Almeida Pereira e revisão técnica de Ildeu de Castro Moreira), Editora Contraponto, Rio de Janeiro, 1999, 136 p.

Após um trabalho intenso e estressante na elaboração de sua famosa Teoria da Relatividade Geral de 1915, Albert Einstein (1879-1955) concluiu, em dezembro de 1916, o seu trabalho mais universalmente conhecido. Segundo Abraham Pais, (*Sutil é o Senhor... A Ciência e a Vida de Albert Einstein*, Editora Nova Fronteira, RJ, 1995) a procura por este livrinho tornou-se muito grande após a agitação na imprensa causada pelos resultados das expedições inglesas, em 1919, a Sobral e à Ilha de Príncipe (costa ocidental da África) que, segundo a *Royal Society* de Londres, confirmaram o desvio da luz pelo Sol. A décima edição saiu em 1920 e a vigésima segunda em 1972. Somente agora está dispo-

nível ao leitor brasileiro a tradução deste excelente texto que “pretende dar uma idéia, a mais exata possível, da Teoria da Relatividade àqueles que, de um ponto de vista geral científico e filosófico, se interessam pela teoria, mas não dominam o aparato matemático da física teórica.” Os pressupostos básicos das teorias, a concepção do contínuo espaço-temporal, o princípio da equivalência, a estrutura do Universo, dentre outros temas, estão claramente expostos para o professor que queira transmití-los a uma audiência interessada e paciente. Esta exposição pode ser complementada pela divulgação de avanços recentes na cosmologia e astrofísica, mas é importante que o professor se familiarize com o pensamento original de Einstein. O livro tem poucas equações matemáticas e as principais derivações encontram-se em apêndices. O revisor científico incluiu uma bibliografia complementar bastante útil ao leitor interessado na obra de Einstein. Esperamos, como Einstein, “que este pequeno livro possa proporcionar a muitos leitores algumas horas de estímulo intelectual!” É com incentivos como este que crescemos intelectualmente.

Nelson Studart
studart@df.ufscar.br
DF/UFSCar

Einstein e o Brasil

Ildeu de Castro Moreira e Antonio Augusto Passos Videira (organizadores). Editora UFRJ, 1995, 284 p.

Você sabia que Einstein esteve no Brasil? Foi em maio de 1925 que o grande cientista visitou o Rio de Janeiro, onde deu conferências, passeou bastante, visitou instituições, recebeu inúmeras (e cansativas!) homenagens e manteve encontros com pesquisadores brasileiros. Este livro oferece uma minuciosa análise desta visita e de sua repercussão junto à comunidade local de cientistas. A comunicação de Einstein à Academia Brasileira de Ciências sobre a situação da teoria da luz - e não sobre a Teoria da Relatividade, como poderíamos presumir - é analisada por Moysés Nussenzweig. Roberto Cafarelli e Ildeu Moreira mergulharam nos jornais da

época e nas revistas acadêmicas, respectivamente, para narrar a carregada agenda de Einstein no Rio e a receptividade (prós e contras) de suas idéias por cientistas, engenheiros e filósofos brasileiros, enquanto Alfredo Tolmasquim colheu as impressões de Einstein em correspondências e anotações de seu diário de viagem. A famosa expedição inglesa a Sobral em 1919, com a finalidade de testar a relatividade geral através da medida da deflexão da luz pelo Sol - bem como as inúmeras tentativas

frustradas de realizar as observações em eclipses anteriores - estão descritas em um delicioso e esclarecedor artigo de Jean Einsenstaedt e Antonio Augusto Videira. O volume apresenta ainda reproduções de artigos de Einstein (*A geometria não-euclidiana e a física*, e *Pan-Europa*), das reminiscências pessoais de Guido Beck e da abordagem dos aspectos sociais e humanos de Einstein, por Leite Lopes, que haviam sido publicadas em outros veículos. O livro apresenta uma visão clara e elucidativa da viagem de

Einstein ao Brasil e é fruto das comemorações dos 90 anos da publicação dos principais trabalhos no *Annalen der Physik* (relatividade especial, quantização da luz e movimento browniano) e dos 80 anos da teoria da relatividade geral. Trata-se de leitura muito agradável e instrutiva para todos os que apreciam física e constitui um preito de admiração dos brasileiros ao mais notável cientista do século que finda.

Nelson Studart
DF/UFSCar



NOBEL 2000

vai para a Física e Tecnologia de Semicondutores



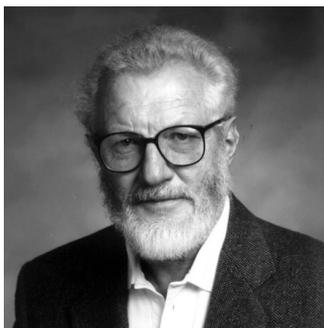
A Academia Sueca de Ciências decidiu premiar dois cientistas e um inventor por trabalhos fundamentais para a moderna tecnologia da informação. O prêmio foi dividido, metade para os físicos **Zhores I. Alferov**, russo do Instituto Físico-Técnico Ioffe de São Petersburgo e **Herbert Kroemer**, americano da Universidade da Califórnia em Santa Bárbara - pelo desenvolvimento das heteroestruturas semicondutoras usadas na micro e optoeletrônica - e a outra metade para o engenheiro **Jack S. Kilby**, da Texas Instruments - pela invenção e desenvolvimento do circuito integrado, conhecido como *chip*.



Zhores I. Alferov, Instituto Físico-Técnico Ioffe. <http://194.85.224.34/pti00002.html>

As heteroestruturas formadas por camadas de semicondutores compostos em geral dos elementos dos grupos III e V da Tabela Periódica, possibilitaram a fabricação de transistores

ultra-rápidos usados em bases de comunicações via satélite e de telefones móveis e diodos a laser empregados para o fluxo de informação por cabos de fibras ópticas e também em aparelhos de CD, leitoras de código de barras e apontadores a laser. O Brasil já conta com físicos competentes desenvolvendo pesquisa de fronteira na área básica de materiais semicondutores em várias instituições e universidades. Há 20 anos, a comunidade se encontra em um *workshop* bianual onde tópicos avançados são discutidos com a participação de convidados estrangeiros - incluindo dois laureados com o Nobel. O próximo, organizado

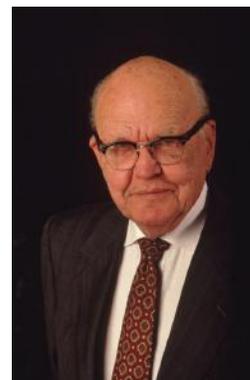


Herbert Kroemer, Universidade da Califórnia. <http://www.ece.ucsb.edu/Faculty/Kroemer/default.html>

pele a UNICAMP, será realizado no Guarujá em abril de 2001.

O *chip* foi a base da moderna revolução tecnológica que levou aos sofisticados computadores e processadores de alta velocidade e

desempenho que já fazem parte da nossa vida diária. Infelizmente, o Brasil não foi capaz de acompanhar este competitivo desenvolvimento tecnológico apesar, ou em virtude, da anacrônica lei de reserva de mercado para a Informática. Atualmente, está sendo proposta a criação de subsídios para atrair empresas estrangeiras no setor, com mecanismos que contemplem alguma transferência de tecnologia. Para outras informações e dados biográficos, visite os *sites* dos laureados e <http://www.nobel.se/announcement/2000>.



Jack S. Kilby, da Texas Instruments. <http://www.ti.com/corp/docs/killbyctr/jackstclair.shtml>



NOBEL 2000

vai para a Física e Tecnologia de Semicondutores



A Academia Sueca de Ciências decidiu premiar dois cientistas e um inventor por trabalhos fundamentais para a moderna tecnologia da informação. O prêmio foi dividido, metade para os físicos **Zhores I. Alferov**, russo do Instituto Físico-Técnico Ioffe de São Petersburgo e **Herbert Kroemer**, americano da Universidade da Califórnia em Santa Bárbara - pelo desenvolvimento das heteroestruturas semicondutoras usadas na micro e optoeletrônica - e a outra metade para o engenheiro **Jack S. Kilby**, da Texas Instruments - pela invenção e desenvolvimento do circuito

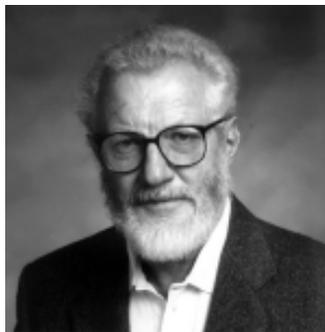


Zhores I. Alferov, Instituto Físico-Técnico Ioffe. <http://194.85.224.34/pti00002.html>

integrado, conhecido como *chip*.

As heteroestruturas formadas por camadas de semicondutores compostos em geral dos elementos dos grupos III e V da Tabela Periódica, possibilitaram a fabricação de transistores

ultra-rápidos usados em bases de comunicações via satélite e de telefones móveis e diodos a laser empregados para o fluxo de informação por cabos de fibras ópticas e também em aparelhos de CD, leitoras de código de barras e apontadores a laser. O Brasil já conta com físicos competentes desenvolvendo pesquisa de fronteira na área básica de materiais semicondutores em várias instituições e universidades. Há 20 anos, a comunidade se encontra em um *workshop* bienal onde tópicos avançados são discutidos com a participação de convidados estrangeiros - incluindo dois laureados com o Nobel. O próximo, organizado



Herbert Kroemer, Universidade da Califórnia. <http://www.ece.ucsb.edu/Faculty/Kroemer/default.html>

pele a UNICAMP, será realizado no Guarujá em abril de 2001.

O *chip* foi a base da moderna revolução tecnológica que levou aos sofisticados computadores e processadores de alta velocidade e

desempenho que já fazem parte da nossa vida diária. Infelizmente, o Brasil não foi capaz de acompanhar este competitivo desenvolvimento tecnológico apesar, ou em virtude, da anacrônica lei de reserva de mercado para a Informática. Atualmente, está sendo proposta a criação de subsídios para atrair empresas estrangeiras no setor, com mecanismos que contemplem alguma transferência de tecnologia. Para outras informações e dados biográficos, visite os *sites* dos laureados e <http://www.nobel.se/announcement/2000>.



Jack S. Kilby, da Texas Instruments. <http://www.ti.com/corp/docs/kilbyctr/jackstclair.shtml>