

---

# LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS: A FÍSICA E ALGUNS PROBLEMAS

---

*Jorge Roberto Pimentel*  
Depto de Física – UNESP  
Rio Claro – SP

## **Resumo**

*Este artigo relata problemas no conteúdo de Física, observados em alguns livros didáticos de Ciências, de 5ª a 8ª séries, disponíveis no mercado. Sua presença reforça o fato de que o livro didático não é um guia infalível, podendo conter incorreções. Assim, no processo de seleção de um livro, o professor deve efetuar uma análise bastante criteriosa e, durante suas aulas, estar preparado para detectar e corrigir adequadamente eventuais problemas.*

## **I. Introdução**

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (1997), preconizam em suas orientações didáticas a importância do professor utilizar, além do livro didático, materiais diversificados (jornais, revistas, computadores, filmes, etc.), como fonte de informação, de forma a ampliar o tratamento dado aos conteúdos e fazer com que o aluno sinta-se inserido no mundo à sua volta. Porém, em consequência da realidade das condições existentes em muitas das nossas escolas, o livro didático tem sido praticamente o único instrumento auxiliar da atividade de ensino. Para o aluno constitui-se numa valiosa fonte de estudo e pesquisa, ajudando-o a complementar as anotações de seu caderno. Para o professor é o principal roteiro empregado na programação e desenvolvimento das atividades em sala de aula ou extra-classe.

Sua utilização, entretanto, não deve ser feita de maneira inflexível, como sendo ele uma referência que encerra toda a verdade dos fatos. O professor deve estar preparado para fazer uma análise crítica e julgar os méritos do livro que utiliza ou pre-

tende utilizar, assim como para introduzir as devidas correções e/ou adaptações que achar convenientes e necessárias.

A preocupação com a qualidade dos livros de Ciências produzidos e distribuídos no País, levou o Ministério da Educação e do Desporto (MEC) a incluir no Programa Nacional do Livro Didático, a partir do ano de 1997, os livros de 5ª a 8ª séries, que abordam temas de Física em seu conteúdo. Eles passaram a ser analisados e classificados, dentro de princípios e critérios muito bem estabelecidos, que consideraram tanto a experiência acumulada nas avaliações anteriores (que envolveu livros de 1ª a 4ª séries), quanto os objetivos e as particularidades presentes no segundo ciclo do ensino fundamental. O resultado desse trabalho constituirá o Guia de Livros Didáticos, que deverá ser distribuído oportunamente aos professores do País e servirá como importante referência na escolha do livro didático para suas atividades.

## **II. Requisitos que devem estar presentes nos livros didáticos**

Para ser utilizado nas escolas públicas do País, qualquer livro didático deve atender às recomendações comuns, existentes nas diferentes propostas curriculares em vigor. Seu conteúdo deve ser acessível à faixa etária e ao desenvolvimento cognitivo do aluno. O texto deve estimular e valorizar a participação do aluno durante as aulas, combatendo atitudes e comportamentos passivos. O livro deve, também, promover uma integração entre os variados temas discutidos nos capítulos e valorizar a experiência e o conhecimento que o aluno leva para a sala de aula. As ilustrações precisam ser atualizadas e corretas e, sempre que recursos artísticos envolvendo cores, formatos e dimensões artificiais forem utilizados, isto deve ser claramente mencionado.

Além desses critérios, o PNLD destaca alguns que, pela sua maior importância relativa, são considerados como eliminatórios, para efeito de inclusão do livro didático em seu Guia. São eles: a) correção dos conceitos e informações básicas: o livro não poderá formular nem manipular erradamente os conceitos e informações fundamentais das disciplinas em que se baseia; b) correção e pertinência metodológicas: o livro deverá optar por uma abordagem que desenvolva várias competências cognitivas básicas, ser coerente à ela e, de maneira simultânea, contribuir para alcançar os objetivos propostos; c) contribuição para a construção da cidadania: o livro deverá contribuir para a formação da ética necessária ao convívio social e à cidadania, não divulgando qualquer forma de discriminação ou doutrinação religiosa. O texto deverá incentivar o convívio social e o respeito mútuo, sugerindo, por exemplo, debates e trabalhos cooperativos; d) evitar riscos à integridade física do aluno: o livro deverá apresentar as recomendações de primeiros socorros, citando a fonte bibliográfica em que se baseia e evitar procedimentos e atividades em que haja contato ou manipulação de sangue humano. As atividades práti-

cas, envolvendo montagens experimentais e manipulação de substâncias, devem ser consideradas quanto à sua pertinência pedagógica e aos riscos reais e potenciais que sujeita os alunos.

### III. Alguns problemas de conteúdo

A análise do conteúdo de Física em alguns livros de Ciências disponíveis no mercado, tendo em vista os requisitos anteriores, revelou a existência de vários problemas. Sua presença pode indicar um descuido de revisão ou, o que é mais grave, o fato do autor não dominar totalmente o conteúdo ou ainda, no caso de experiências, de não tê-las executado ou não saber como fazê-las.

Apresentamos alguns deles, classificados de acordo com sua característica predominante. Uma vez que o enfoque deste trabalho restringe-se à discussão de problemas de conteúdo e não a uma análise global dos livros, seus autores e editoras não foram citados.

#### III.1 Imprecisões conceituais

A presença de imprecisões conceituais, lamentavelmente, é muito freqüente e o professor deve estar atento para detectá-las e corrigi-las. Exemplos delas podem ser avaliadas nos seguintes trechos, extraídos de alguns livros:

*Os raios alfa, beta e gama são perigosos para os seres vivos. Eles podem passar por tecidos vivos e danificá-los. Se a radiação é muita, pode até matar. A radiação alfa é menos prejudicial: suas partículas não conseguem sequer atravessar uma folha de papel. As partículas beta podem ser detidas por uma lâmina de alumínio de 1 mm de espessura. Mas os raios gama só podem ser detidos por uma placa de chumbo com pelo menos 1,5 cm de espessura.*

Inicialmente o texto define, impropriamente, as partículas alfa (constituídas por dois prótons e dois nêutrons e equivalentes ao núcleo do átomo de hélio) e beta (da mesma natureza que o elétron) como sendo raios e, portanto, supostamente tendo a mesma natureza eletromagnética dos raios gama. Em seguida, comentando sobre seu poder de penetração, refere-se aos “raios beta” como sendo partículas beta, estabelecendo nova dúvida sobre sua verdadeira natureza.

*A energia térmica é uma manifestação da agitação molecular: com maior agitação molecular sentimos mais calor (aquecimento) e com menor agitação molecular sentimos menos calor (resfriamento).*

O texto acentua a não distinção existente entre temperatura (número que compara a energia interna dos corpos, com valores referenciais bem estabelecidos) e calor (energia que flui entre os corpos devido à existência de diferenças de temperatura). A maior agitação molecular, que indica um valor maior de temperatura é associada, no texto, com a "sensação de mais calor", enquanto que a menor agitação molecular (menor temperatura), com a "sensação de menos calor". Discussões sobre esse assunto podem ser encontradas, por exemplo, nos trabalhos de Teixeira Jr (1982), que aborda as diferenças entre temperatura, calor e energia interna e de Axt (1989), que analisa o conceito de calor, presente em alguns livros de Ciências da 8ª série.

*O pólo sul da bússola é o extremo que aponta para o norte geográfico da Terra; analogamente, o extremo que aponta para o sul geográfico terrestre é o norte da bússola.*

Temos aqui um texto que não estabelece corretamente a distinção existente entre os pólos magnético e geográfico da Terra. Na verdade, o pólo sul de uma bússola corresponde à extremidade da agulha que aponta para o pólo sul geográfico da Terra (pois, atualmente, próximo ao pólo sul geográfico está localizado o pólo norte magnético da Terra). Conseqüentemente, a extremidade da agulha que aponta para o norte geográfico corresponde ao pólo norte da bússola, diferentemente do que afirma o texto. Esta confusão pode levar o aluno, futuramente, a ter dificuldade em compreender conceitos e fenômenos de eletromagnetismo.

*Massa: medida direta da quantidade de matéria do corpo. Assim, um ovo de galinha tem mais massa do que um ovo de beija-flor e um litro de água tem mais massa do que um litro de ar.*

O texto reforça a confusão que se faz entre massa e quantidade de matéria, definindo-as como equivalentes. Na verdade, ambas tem um significado diferenciado. A quantidade de substância (matéria) de um corpo é representada pelo mol, de acordo com o Sistema Internacional de Unidades, enquanto que a massa é uma propriedade do corpo que mede sua inércia, ou seja, a dificuldade que o corpo apresenta em sofrer alterações no seu estado de movimento.

*O arco-íris forma-se pela refração dos raios solares nas gotículas de água que formam as nuvens.*

Para que um arco-íris se forme, além de sol baixo no horizonte (início ou final do dia) e às costas do observador, deve haver muitas gotas de água dispersas na atmosfera. A presença ou não de nuvens é irrelevante e não é nelas que o arco-íris se forma, conforme o texto leva o aluno a concluir. Muitos alunos, inclusive, podem ter observado um arco-íris num jato de água em forma de leque, saindo de uma mangueira de jardim. Uma discussão detalhada da formação do arco-íris pode ser encontrada em artigos como os de Nussenzveig (1977), Tragtenberg (1986) e Cartwright (1992).

*Quando subimos uma montanha, nos afastamos do centro da Terra e a força de gravidade diminui e nosso peso também diminui. Isto explica por que um astronauta flutua no interior da nave espacial na medida em que ela se afasta do centro da Terra.*

Inicialmente o texto associa, de maneira correta, o afastamento de um corpo do centro da Terra, com uma correspondente diminuição de seu peso. Essa diminuição, entretanto, não é tão grande como o aluno pode ser levado a imaginar. Por exemplo, a 1000 km de altitude (equivalente ao raio das órbitas de alguns satélites) o peso de um corpo diminui cerca de 24%. O fato do astronauta flutuar dentro da nave espacial está relacionado com a resultante das forças que atuam sobre ele, devido ao movimento orbital a que está submetido.

*Você já sabe que a luz branca se deve à uma mistura de várias luzes. Pois bem, iluminando um rubi com luz branca, o vermelho e o azul atravessam-no, enquanto o ultravioleta, o amarelo e o verde são por ele absorvidos.*

Descrevendo o princípio de operação de um laser de rubi, o texto refere-se à luz branca como constituída de várias "luzes", quando o recomendado seria referir-se a várias cores. Além disso, apresenta a radiação ultravioleta como sendo uma das componentes da luz branca, o que não está correto.

### **III.2 Experimentos fantasiosos ou com resultados experimentais irreais**

São experimentos ou montagens experimentais, propostas para verificarem algum tipo de efeito ou obter determinado resultado que, apesar de terem suas instruções seguidas, simplesmente não funcionam como o previsto. Tais experimentos geram frus-

tração nos alunos e podem comprometer sua credibilidade no assunto, refletindo-se negativamente em todo o processo de aprendizagem.

Por exemplo, em determinado livro didático aparece a sugestão da montagem de um modelo simples de motor elétrico, empregando uma bobina móvel como rotor, um Ímã como estator e uma pilha como fonte de corrente. Não são fornecidos, entretanto, quaisquer detalhes sobre a construção. O livro limita-se a exibir uma única ilustração de como deve ficar a montagem final desse motor, após o que, diz o texto:

*Para dar partida no motor você dará um pequeno giro na bobina e ela continuará girando.*

O aluno que construir e tentar fazer funcionar tal motor, verificará que, após alguns giros iniciais, a bobina irá parar e não continuar girando, conforme afirma o texto. A razão disto é que nesse tipo de motor, a corrente elétrica que circula através do rotor e polariza magneticamente suas faces, provocando atração ou repulsão com o ímã permanente do estator, deve ser adequadamente interrompida. É desta forma que o giro se mantém às custas da corrente elétrica e o motor funciona. Este fato não é comentado no texto, nem são dadas instruções de como a interrupção da corrente pode ser conseguida. A descrição detalhada da construção e do funcionamento de um motor elétrico desse tipo pode ser encontrada num artigo de Ribeiro (1983), que descreve, ainda, outras montagens experimentais desenvolvidas com materiais simples, sobre eletromagnetismo.

Outro livro sugere a construção de um eletroímã, também sem apresentar quaisquer detalhes ou explicações. Mostra apenas uma figura onde se vê um lápis, em torno do qual estão enroladas algumas voltas de fio de cobre, ligadas a uma pilha e atraindo dois percevejos. Logo após a figura, diz o texto:

*Você, ao realizar este experimento, construiu um eletroímã.*

Reproduzindo aquilo que vê na figura, o aluno irá verificar que o lápis não atrai os percevejos e que seu eletroímã não funciona. Embora em total desacordo com o resultado sugerido pela figura, a constatação do aluno está correta. A madeira e o grafite, por serem materiais não ferromagnéticos, são impróprios para serem usados como núcleos em bobinas de eletroímãs.

### **III.3 Experimentos que exibem resultados irrealis**

São experimentos que, embora estejam corretos em sua descrição e funcionamento, apresentam resultados completamente diferentes daqueles que o aluno irá obter.

Um exemplo está presente numa montagem proposta para estudar a deformação sofrida por uma mola de aço, sob a ação cumulativa de forças. O livro apresenta

como resultado esperado, um gráfico do peso em função da elongação da mola, em que os pontos experimentais aparecem completamente desalinhados. Ao realizar o experimento, entretanto, o aluno irá obter outro resultado. Uma vez que as molas de aço obedecem muito bem a Lei de Hooke, a representação dos pontos experimentais mostrará um excelente alinhamento, definindo muito bem a reta que os une, diferentemente do gráfico que o livro apresenta como esperado.

Num outro experimento, sugere-se que o aluno construa uma luneta de Galileu, usando lentes velhas de óculos (convergentes e divergentes), encaixadas em dois sulcos que ele deve fazer no cabo de uma vassoura. Sobre a separação que deve existir entre as lentes nessa luneta, diz o texto:

*"Para descobrir a posição certa, olhe pela ocular e vá mudando a posição da objetiva até conseguir que objetos distantes sejam vistos com clareza. Tente com várias lentes, até conseguir o par que lhe dê o melhor resultado."*

O texto nada informa sobre os valores das distâncias focais que a objetiva e, principalmente, a ocular (que deve ter distância focal da ordem de milímetros) nesse tipo de luneta devem apresentar. Limita-se a sugerir que o aluno, por tentativa e erro, descubra um par de lentes que faça sua luneta funcionar. Isso é praticamente impossível, uma vez que ele não irá encontrar uma lente de óculos cuja distância focal seja apropriada para servir como ocular, frustrando suas tentativas de montar luneta.

As dificuldades envolvidas na construção de uma luneta desse tipo foram abordadas por Canalle (1994), que propõe a construção de uma luneta usando uma lente de óculos convergente como objetiva e um monóculo de fotografia (que possui distância focal de alguns milímetros) desempenhando o papel da ocular.

### **III.4 Problemas com as ilustrações**

A presença de ilustrações apresentando formato e dimensões artificiais e não condizentes com a realidade é muito freqüente.

Por exemplo, ao tratar da estrutura atômica, os livros costumam representar a eletrosfera do átomo como estando distante do núcleo apenas quatro ou cinco vezes o diâmetro equivalente ao de um elétron. Entretanto, sabe-se que a distância núcleo-eletrosfera é muito grande, correspondendo a um valor compreendido entre 10 mil e 100

mil vezes o diâmetro nuclear. Isto raramente é citado no texto ou está presente nas legendas dessas figuras.

Dentro desse mesmo assunto, é bastante comum encontrar-se a representação equivocada de prótons, elétrons e nêutrons como esferas de mesmo diâmetro, induzindo o aluno a imaginá-los como possuindo as mesmas dimensões.

Outro tipo de problema com as ilustrações são as legendas incoerentes com a figura a que se referem.

Por exemplo, ao tratar de eletricidade, um livro apresenta a ilustração de um medidor não especificado (voltímetro?, amperímetro?), ligado diretamente a uma pilha comum e indicando em seu mostrador o valor 1,5 (sem unidade). Ao lado desta, outra ilustração mostra o mesmo medidor, agora ligado a duas pilhas (supostamente iguais), associadas em série, com seu mostrador indicando o valor 3 (sem unidade). A legenda das figuras diz:

*Dobrando a voltagem, a intensidade da corrente também dobra.*

Supondo pilhas ou baterias idênticas ligadas em série, a voltagem fornecida pela associação é, de fato, o dobro daquela fornecida individualmente. Porém, isto não ocorre com a corrente elétrica. O valor da corrente fornecida pela associação continuará sendo igual ao que é fornecido individualmente pelas pilhas ou baterias, ao contrário do que afirma a legenda.

Um outro livro, ao abordar o tema pressão hidrostática, mostra a figura de um recipiente com três furos laterais, simétricos, dos quais jorram jatos de líquido. Na figura estão representadas as supostas trajetórias desses jatos, que aparecem interceptadas num plano horizontal. Pode-se ver que o jato correspondente ao orifício mais inferior (portanto sujeito à maior pressão hidrostática) é o que atinge a maior distância horizontal, enquanto que aquele saindo mais próximo da superfície do líquido (menor pressão hidrostática) tem o menor alcance. O jato proveniente do orifício central, por estar sujeito a uma pressão hidrostática intermediária, atinge um ponto localizado entre os outros dois. A legenda diz:

*Experiência demonstrando que a pressão do líquido aumenta com a profundidade*

A figura, entretanto, não está correta. O resultado desse experimento foi discutido por Atkin, Hart e Croft (1989) e mais recentemente por Dornelles Filho (1996). Calculando o alcance do jato como sendo o de um projétil cuja velocidade inicial é obtida a partir da Equação de Bernoulli, mostraram que, embora a pressão a que está submetido o líquido e sua velocidade de saída do orifício aumentem com a profundidade, a



trajetória e o alcance dos jatos são diferentes daqueles costumeiramente representados. No caso de três orifícios simétricos, a maior distância horizontal será atingida pelo jato proveniente do orifício central. Os outros dois jatos, embora apresentando trajetórias diferentes, terão o mesmo alcance e atingirão o mesmo ponto, num plano horizontal.

### III.5 Indução do aluno à situações de risco

Os livros didáticos podem, ainda, trazer ilustrações, sugestões de experimentos ou mesmo trechos de seu texto, que colocam ou induzem os alunos a situações de risco.

Em um deles encontramos uma sugestão de montagem experimental, para verificar a condutividade elétrica de soluções aquosas, em que duas pontas metálicas devem ser mergulhadas na solução que se quer estudar. A ilustração existente mostra as pontas ligadas a fios que, por sua vez, estão conectados à rede elétrica e, em série, a uma lâmpada. As pontas funcionam, desta forma, como interruptores de um circuito elétrico simples. A ilustração mostra, ainda, que se deve utilizar dois prendedores de roupa para que as pontas sejam manipuladas. Não há qualquer alerta ou recomendação de segurança. Se, acidentalmente, as pontas metálicas tocarem em qualquer parte do corpo do aluno, ele irá ser vítima de um choque elétrico.

Outro livro didático, abordando assunto sobre aceleração da gravidade, propõe que o aluno repita o experimento realizado por Galileu. Abandonando dois corpos diferentes de uma mesma altura, ele deve verificar que ambos atingem o solo ao mesmo tempo. Para confirmar que os corpos cairão com a mesma aceleração, diz o texto:

*Você pode comprovar isto, repetindo o experimento ilustrado ao lado. Do alto de uma escada deixe cair, simultaneamente, um bloco de madeira e uma pequena moeda. Como Galileu, você vai constatar que os dois tocam o solo ao mesmo tempo.*

O texto apresenta uma ilustração onde uma criança aparece em pé, no último dos 10 degraus de uma escada que se encontra apoiada numa parede. A criança aparece, ainda, com os dois braços esticados para a frente, soltando dois objetos sem qualquer apoio. Não há a presença nem a assistência de outra pessoa.

Ao executar o experimento, seguindo a sugestão do livro, o aluno se colocará numa situação de alto risco, pois poderá sofrer uma perigosa queda da escada. Além disso, do alto da escada, como ele poderá constatar que os dois corpos chegarão, simultaneamente, ao solo?

Outro livro sugere que o aluno realize um experimento, para verificar os fenômenos de fusão do gelo, vaporização e condensação da água, colocando alguns cubos de gelo num prato que é aproximado de um fluxo de vapor, de acordo com uma ilustração. Esta mostra um par de mãos desprotegidas, mantendo o prato sobre o vapor que está sendo produzido por uma chaleira, colocada sobre a chama de um fogão. Nada é comentado sobre a necessidade do acompanhamento de um adulto, durante todo o experimento.

Reproduzindo o que vê na ilustração, com as mãos desprotegidas, o aluno poderá sofrer queimaduras provocadas pelo vapor. Pode, até mesmo, derrubar a chaleira, espalhar a água fervente e, novamente, queimar-se.

De outro livro, destacamos os seguintes parágrafos, num texto que se propõe a esclarecer o funcionamento da solda elétrica:

*Colocando um bastão de carvão (como os que vêm dentro de pilhas de lanterna) em cada ponto de um fio ligado à rede, ao aproximar as pontas desses carvões, será produzida uma luz muito brilhante e quente. É o chamado arco-voltaico.*

*Substituindo as pontas de carvão por pontas metálicas é possível produzir calor suficiente para fundir metais, unindo-os. É a solda elétrica de grande emprego na indústria.*

O texto praticamente fornece uma "receita" e induz o aluno a obter o arco-voltaico e construir uma solda elétrica. Ele não contém qualquer alerta, nem recomendações de segurança e refere-se à rede elétrica doméstica como fonte de energia. Se o aluno tentar reproduzi-lo, tanto manipulando as pontas, quanto aproximando-as, com o propósito de fazer funcionar sua solda elétrica, será vítima de um choque elétrico, de consequências imprevisíveis.

#### **IV. Conclusão**

O livro didático deve ser encarado como um importante instrumental de apoio ao professor e aos alunos, porém não deve ser utilizado como uma fonte que contém a verdade absoluta. As situações destacadas mostram que ele pode apresentar imprecisões e incorreções, ao longo de seu conteúdo. Portanto, é importante que no processo de escolha de um livro didático, o professor se preocupe em analisar criteriosamente o conteúdo, os aspectos metodológicos, a correta formulação de conceitos e a presença de

atividades práticas ou extra-classe pertinentes e que não ofereçam riscos à integridade física dos alunos.

Além disso, o professor deve estar preparado para corrigir problemas eventualmente existentes nos livros que utiliza. Em caso de dúvida, pode lançar mão de outras fontes de referências, recorrer às Universidades ou mesmo a engenheiros, médicos, dentistas, advogados ou outros profissionais, para esclarecimento.

## **Bibliografia**

ATKIN, K.; HART, D.; CROFT, T. The great water-jet scandal. *Sch. Sci. Rev.*, v. 70, n.252, p. 86-88, mar. 1989.

AXT, R.; BRUCKMANN, M. E. O conceito de calor nos livros de Ciências. *Cad. Cat. Ens. Fis.* Florianópolis: v. 6, n. 2, p. 128-142, ago. 1989.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: introdução ao parâmetros curriculares nacionais*. Brasília: v.1, 1997. 126p.

CANALLE, J. B. G. A luneta com lentes de óculos. *Cad. Cat. Ens. Fis.*, Florianópolis, v. 11, n. 3, p. 212-220, dez. 1994.

CARTWRIGHT, C. M. Rainbows. *Phys. Educ.*, v. 27, p. 155-157, 1992.

DORNELLES FILHO, A. A. Uma questão em hidrodinâmica. *Cad. Cat. Ens. Fis.* Florianópolis, v. 13, n. 1, p. 76-79, abr. 1996.

NUSSENZVEIG, H. M. The theory of rainbow. *Scientific American*, v. 236, n. 4, p. 116-127, abr. 1977.

RIBEIRO, V. L. A Relação entre Eletricidade e Magnetismo. *Rev. Ens. Cienc.*, São Paulo, n. 9, p. 27-40, jun.1983.

TEIXEIRA JR., A. S. Temperatura, Calor e Energia Interna. *Rev. Ens. Cienc.*, São Paulo, n. 6, p. 23-25, jul. 1982.

TRAGTENBERG, M. As belezas do arco-íris e seus segredos. *Cad. Cat. Ens. Fis.* Florianópolis, v. 3, n. 1, p. 26-35, abr. 1989.