

SUGESTÕES PARA PROFESSORES E ALUNOS

Embora este livro possa ser usado por qualquer leitor interessado em compreender alguns dos fundamentos da Física e da Química quânticas, professores e alunos da Educação Básica também podem utilizá-lo como um material paradidático. Essa é a razão pela qual inserimos aqui esta breve seção com comentários e orientações para professores e alunos que decidirem fazer uso do *Quântica para iniciantes* como um material de apoio ao ensino e a aprendizagem das ciências no contexto escolar. Nessa seção, apresentaremos algumas sugestões para o uso do livro em sala de aula, bem como para a criação de projetos destinados às feiras de ciências.

1. CONSIDERAÇÕES SOBRE O USO DO LIVRO EM SALA DE AULA

Aprender e ensinar ciências são empreendimentos de alta complexidade. Isso porque, quando aprendemos ciências, estamos nos apropriando de uma nova cultura. No caso das ciências naturais, entre outros aspectos, essa nova cultura caracteriza-se pela adoção de um conjunto específico de modos, às vezes incomuns, de perguntar, investigar, interpretar, compreender e elaborar respostas para questões relacionadas às características de fenômenos que ocorrem na natureza ou que são provocados por aparatos tecnológicos.

A cultura das ciências naturais sofreu mudanças ao longo do tempo. A Química e a Física são ciências que passaram por grandes transformações ao longo da história. Como o conhecimento científico produzido até os dias de hoje é extenso e provisório, são feitas escolhas em relação aos temas, conceitos, modelos e teorias que compõem o currículo escolar.

Particularmente no caso da Física, o conjunto de escolhas que determinou o currículo escolar nos níveis fundamental e médio concentra grande parte dos programas no ensino da Física desenvolvida até fins do século XIX. Aprender essa Física, hoje conhecida sob o rótulo de *Física Clássica*, envolve um investimento de tempo específico e nada desprezível.

Existem muitas razões para a concentração do currículo escolar na *Física Clássica* e os autores deste livro reconhecem a legitimidade

das mesmas. Entre outras razões, podemos citar que grande parte do conhecimento produzido naquele período continua a ser usado até hoje, por exemplo, no campo das engenharias.

A ênfase nas *Ciências Clássicas*, que caracteriza o currículo escolar nos dias de hoje, não impede o bom uso das atividades e textos apresentados neste livro e nem a pertinência ou a importância dos mesmos. Uma alternativa para adequar os conteúdos deste livro ao currículo escolar desenvolvido em nosso país é reunir as atividades aqui propostas em três blocos que podem ser inseridos em momentos específicos dos programas de ensino de ciências ao longo da Educação Básica.

O **bloco A** seria constituído pelas atividades 1, 2 e 3 da parte I, bem como pelo projeto 2, que compõe a parte III. Essas atividades podem ser incorporadas às atividades de introdução ao estudo dos circuitos elétricos, um componente obrigatório dos currículos do ensino médio, mas que também faz parte de muitos programas de ensino de ciências nas últimas séries do Ensino Fundamental.

A atividade 1 serve para sinalizar a existência dos circuitos de corrente alternada, que sempre são mencionados nos materiais didáticos tradicionais, mas que geralmente não são explorados ou devidamente caracterizados. Além desse objetivo conceitual, essa primeira atividade também contribui para a inserção de um componente de educação tecnológica ao focalizar o problema da retificação de corrente. Os passos 1 a 4 dessa atividade devem ser feitos pelos alunos divididos em grupos, mas a construção do bastão luminoso descrita no passo 5 pode ser substituída pela manipulação do mesmo que seria construído previamente pelo professor ou por alunos especialmente interessados.

O projeto 2 da parte III apresenta uma importante oportunidade de se utilizar o conceito de potência elétrica na investigação de um tema atual: a eficiência energética de dispositivos emissores de luz. Nos livros didáticos tradicionais, o aluno entra em contato com a equação que permite o cálculo da potência elétrica e utiliza essa equação para determinar valores de potência em situações diversas, normalmente sem ligação explícita com seu cotidiano.

Na atividade proposta no projeto 2 enfrenta-se uma situação prática de determinação da potência com o intuito de comparar a eficiência de dois dispositivos: o diodo emissor de luz (LED) e a lâmpada incandescente. A enorme discrepância entre a eficiência energética apresen-

SUGESTÕES PARA PROFESSORES E ALUNOS DA EDUCAÇÃO BÁSICA

tada por esses dispositivos sinaliza a grande diferença em suas tecnologias e nas ciências que permitiram o desenvolvimento dos mesmos.

A atividades 2 e 3 da parte I também apresentam um forte componente de educação tecnológica ao abordarem a questão do controle e do monitoramento, respectivamente, de temperatura e de intensidade luminosa. Os primeiros passos dessas atividades resgatam o conceito de resistência elétrica e apresentam o Ohmímetro como medidor de resistência. Como se sabe, a medida de resistência e o conceito de resistência elétrica são essenciais ao entendimento dos circuitos, sendo muito enfatizados por professores e textos didáticos.

O passo 3 da atividade 2 mostra que a resistência de um filamento metálico aumenta com o aquecimento. Esse comportamento é mencionado na maioria dos livros didáticos dedicados ao estudo dos circuitos elétricos na Educação Básica. A exploração realizada no passo 4 da mesma atividade, mostra que o diodo exibe um comportamento oposto àquele exibido pelo filamento, visto que sua resistência diminui com a elevação de temperatura.

Apresentar o comportamento dos diodos semicondutores, algo normalmente não realizado em nossas salas de aula, pode cumprir uma função muito importante, dentro de um projeto de educação em ciências coerente com as orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais. O mesmo se pode dizer sobre o estudo do comportamento de um LDR, proposto na atividade 3. A razão é a seguinte: esses comportamentos servem para mostrar os limites dos modelos clássicos de corrente elétrica, que são normalmente ensinados no ensino médio. A explicitação desses limites é importante porque diminui as chances de que os estudantes adquiram uma visão equivocada e distorcida das ciências, concebendo-as como um conhecimento pronto, acabado e atribuindo às mesmas uma validade ilimitada.

O **bloco B** é composto pelas atividades 4, 5 e 6 da parte I. Essas atividades abordam dois fenômenos básicos de fotoluminescência - fluorescência e fosforescência – e podem ser realizadas no contexto da construção de evidências que sustentam e justificam o atual modelo atômico da matéria. Curiosamente, a Química costuma ser a única responsável pela apresentação e desenvolvimento desse conteúdo, embora saibamos que a construção do modelo atômico foi um empreendimento para o qual tanto a Química, quanto a Física, cumpriram um papel fundamental.

Dentro do bloco B, a atividade 4 propõe a construção e o uso de um espectroscópio. Trata-se de um aparelho que foi fundamental para o desenvolvimento da Física e da Química durante o século XIX e que também cumpriu um papel importantíssimo nas revoluções pelas quais essas ciências passaram durante as primeiras décadas do século XX.

A utilização do espectroscópio para caracterização da estrutura da matéria, que é iniciada na atividade 4, continua na atividade 5 com a observação das linhas do espectro de emissão do mercúrio. A fluorescência é introduzida nesse contexto como um fenômeno que permite o “aproveitamento” do ultravioleta emitido pelos átomos de mercúrio e sua “transformação” em luz visível.

A fluorescência é, posteriormente, retomada na atividade 6 e comparada com a fosforescência que fornece evidências convincentes da adequação da hipótese de Planck-Einstein, de que a luz interage com os materiais na forma de pequenos “pacotes” ou quanta de energia.

O **bloco C** é composto pelas atividades 1 e 7 da parte I. A atividade 1, que também está incluída no **bloco A**, apresenta e caracteriza os diodos como dispositivos emissores de luz (LEDs), enquanto a atividade 7 mostra que o LED pode ser usado em sentido inverso, ao produzir tensão elétrica (voltagem) a partir de luz.

O foco dessas duas atividades, reunidas desse modo, consiste no estudo dos processos de transformação de energia: elétrica em luminosa e luminosa em elétrica. Embora a realização do passo 4 da atividade 7 pressuponha alguma familiaridade com o uso de multímetros, pode-se realizar essa atividade sem percorrer o passo 4. Sendo assim, e considerando o foco que sugerimos aqui, esse bloco de atividades poderia ser usado até mesmo em aulas de ciências do Ensino Fundamental.

Nas salas de aula, a parte I deste livro pode ser desenvolvida de modo independente das partes II e III. A parte III será objeto de análise da próxima seção deste texto, por estar vocacionada ao desenvolvimento de projetos para feiras de ciências. A parte II, por outro lado, é sistematicamente mencionada nas seções *O que acontece?* que compõem as atividades presentes na parte I. Sendo assim, os blocos A, B e C apresentados há pouco também servem como sugestão de como usar os textos da parte II durante o desenvolvimento dos programas de ensino na Educação Básica.

SUGESTÕES PARA PROFESSORES E ALUNOS DA EDUCAÇÃO BÁSICA

Contudo, como o próprio texto de introdução da parte II esclarece, esse segmento do livro foi concebido para permitir uma compreensão mais aprofundada de explorações realizadas na parte I, bem como para antecipar os fenômenos associados ao funcionamento do transistor, um dispositivo tecnologicamente muito importante e amplamente utilizado nos projetos propostos na parte III.

Ao longo da parte II utiliza-se o logo do Pontociencia para sinalizar a existência de um importante material complementar a ser acessado no portal do Pontociencia (<http://pontociencia.org.br>). Dentre esse material, merecem destaque os tutoriais que orientam o leitor sobre a exploração de simulações de computador que são interativas e que ilustram vários dos fenômenos descritos e discutidos na parte II.

Em sala de aula, a proposta de uma compreensão mais aprofundada dos fenômenos e dispositivos explorados nas partes I e III alcança, principalmente, o grupo de estudantes que apresenta maior curiosidade em relação às ciências naturais. Os outros estudantes, portanto, podem vivenciar as atividades práticas sugeridas ao longo do livro sem se debruçar no estudo das ideias, modelos e teorias apresentados na parte II.

Os livros didáticos focados no interesse médio dos alunos, nem sempre apresentam desafios para o grupo de alunos especialmente motivado em aprender ciências. Por isso, é importante contar com recursos educacionais como aqueles que concebemos e reunimos na parte II deste livro, de modo a proporcionar oportunidades de aprofundamento na compreensão de conteúdos curriculares previstos nos currículos concebidos para o ensino médio.

2. IDEIAS DE PROJETOS PARA FEIRAS DE CIÊNCIAS, CULTURA E TECNOLOGIAS

Na parte III deste livro há cinco projetos que poderiam dar origem a trabalhos de feiras de ciências. Apenas o projeto 1 não apresenta essa característica, dado que o mesmo tem como finalidade a construção de um aparato para a realização de atividades propostas na parte I. Esse projeto é importante caso a escola não disponha de fontes de tensão direta de valor variável.

Um aspecto muito interessante do uso dos projetos 2 a 6 como trabalhos de feiras de ciências consiste na grande articulação entre esses projetos, as atividades exploratórias propostas na parte I e os modelos e explicações teóricas apresentados na parte II. Essa articulação propicia uma sólida aprendizagem de conteúdos básicos de ciências durante a realização dos projetos, algo que aumenta a confiança e melhora o desempenho dos estudantes responsáveis pela interação com os membros do júri e com os visitantes das feiras.

O projeto 2 não será comentado novamente, pois já foi mencionado como um possível componente do bloco A de atividades. O projeto 3 - que propõe a construção de um alarme de incêndio - cria uma oportunidade de aplicação do comportamento dos diodos explorado na atividade 2 da parte I. A seção 3 da parte II apresenta os modelos teóricos a partir dos quais se pode compreender o comportamento do diodo aplicado ao dispositivo produzido no projeto 3.

Os projetos 4 e 5 permitem explorar duas aplicações do comportamento dos LEDs usados como fotodiodos, algo que foi explorado na atividade 7 da parte I. O modelo teórico que permite a compreensão desse comportamento é apresentado na seção 4 da parte II, mais especificamente, na subseção 4.4.

No caso do projeto 4, propõe-se a construção de um dispositivo que permite ligar e desligar um motor por meio de um feixe de luz visível ou infravermelha. No caso do projeto 5, propõe-se a construção de um hardware similar àqueles usados em leitores óticos para leitura de códigos de barras ou para transferência de informações contidas em CDs e DVDs.

O projeto 6 propõe dois modelos do sistema de controle automático da iluminação encontrados nos postes de iluminação pública e em ambientes de uso eventual encontrados em prédios comerciais ou residenciais. Por meio desse projeto cria-se a oportunidade de aplicação do LDR cujo comportamento foi explorado na atividade 3 da parte I e explicado na seção 3 da parte II.

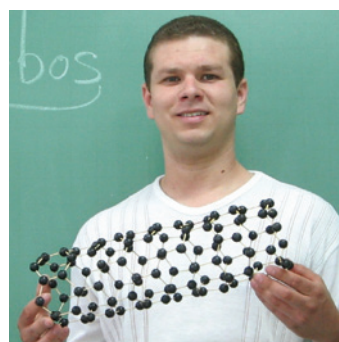
Helder F. Paula

Professor de Física do Colégio Técnico da UFMG. Doutor em Educação pela FAE/UFMG e professor da linha Educação e Ciências do programa de pós-graduação em Educação dessa mesma instituição. Participa de diversos projetos de formação de professores de ciência junto ao Centro de Ensino de Ciências e Matemática da FAE/UFMG, do qual é vice-diretor. É co-autor da coleção de livros didáticos de Ciências “Construindo Consciências”, para as quatro últimas séries do Ensino Fundamental, publicada desde 2003 pela Editora Scipione. Em 2009, publicou, em co-autoria, o livro *Ciência na Tela*, pela Editora da UFMG.



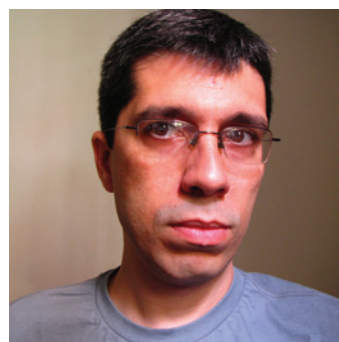
Esdras Garcia Alves

Licenciado em Física pelo ICEX/UFMG. Professor de Física de Escolas Particulares de Belo Horizonte. Fabricante de Kits de experimentos para a Educação em Ciências no nível fundamental e médio. Aluno do programa de pós-graduação em Educação da FAE/UFMG. Em 2005, publicou, em co-autoria, o livro *Aplicações da Física Quântica do Transistor à nanotecnologia*, na Coleção Temas atuais de Física, organizada pela Sociedade Brasileira de Física.



Alfredo Luis Mateus

Professor de Química do Colégio Técnico da UFMG. Doutor em Química Inorgânica na área de catálise pela Universidade da Flórida. Desde então tem trabalhado com a divulgação da Ciência através de peças de teatro, shows de ciência, programas de rádio e livros de experimentos com materiais de baixo custo. É autor dos livros *Química na cabeça* (Editora UFMG), *Construindo com PET* (Livraria da Física) e *Aerodescobertas* (Fundação Ciência Jovem). Em 2009, organizou e publicou, em co-autoria, o livro *Ciência na Tela*, pela Editora da UFMG. Em 2010, publicou o livro *Química na Cabeça 2*, pela mesma editora.



À **FINEP** (Financiadora de Estudos e Projetos), instituição financiadora do projeto pontociência.

Ao **Ministério da Ciência e Tecnologia**, em especial à Secretaria de Ciência e Tecnologia para a Inclusão Social (SECIS) e ao Departamento de Popularização e Difusão da Ciência e Tecnologia (DEPDI) pelo apoio na divulgação do projeto.

À **Editora UFMG**, nossa parceira na publicação deste livro.

Aos professores e funcionários do **Colégio Técnico da UFMG (COLTEC)**, em especial àqueles da diretoria e dos setores da Física e da Química, colegas de trabalho dos autores deste livro.

Aos **bolsistas do projeto Pontociência**, em especial àqueles que contribuíram mais diretamente para o teste das atividades práticas que compõem este livro.

Ao designer **Pedro Célio Calisto Costa** pela dedicação, empenho e pelo excelente trabalho realizado no projeto gráfico e na diagramação deste livro.

Aos professores **Alfonso Chínvaro Bernuy** e **Jorge Expedito Rodrigues**, que permitiram a o teste em salas de aula do Ensino Médio de versões anteriores de diversas atividades propostas neste livro.

Ao professor **Dr. Iuri Muniz Pepe**, do Laboratório de Propriedades Óticas da UFBA, pelas considerações acerca dos modelos que elaboramos a fim de explicar, de modo simplificado, os mecanismos associados à fluorescência e fosforescência.

BIBLIOGRAFIA

BECKER, R. S. *Theory and Interpretation of Fluorescence and Phosphorescence*. John Wiley & Sons, Inc. USA, 1969.

BHATTACHARYA, P. *Semiconductor optoelectronic devices*. (2nd ed.), Prentice Hall Upper Saddle River, NJ, USA, 1997.

BOYLESTAD, R.; NASHELSKY, L. *Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos*. Tradução de Alberto Gaspar Guimarães e Luiz Alves de Oliveira. 5ª edição. Prentice-Hall do Brasil, Rio de Janeiro, 1994.

BRAGA, N. C. *Curso prático de eletrônica*. Editora Saber, Tatuapé, 1995.

CALLISTER, Jr. W. D. *Fundamentals of Materials Science and Engineering, FIFTH EDITION* John Wiley & Sons, Inc., New York, 2001.

CARMONA, A. G. *Construcción de signicados de fisica de semi-conductores en educacion secundaria: Fundamentos y resultados de una investigacion*. Revista Brasileira de Ensino de Fisica, v. 28, n. 4, p. 507-519, 2006a.

CARMONA, A. G. *Influencia de la temperatura en el comportamiento eléctrico de los materiales: análisis de su comprensión y dificultades de aprendizaje*. In: Revista Investigações em Ensino de Ciências. v. 11, pp. 67-83, 2006b.

CHESMAN, C.; ANDRÉ, C. e MACEDO, A. *Física Moderna Experimental e aplicada*. Editora Livraria da Física, São Paulo, 2004.

DIAS, I. F. L., TEIXEIRA, R. C. e DUARTE, J. L. *Introdução aos semicondutores e suas aplicações tecnológicas*. Editora UEL, Londrina, 2005.

FEYNMAN, R. P., LEIGHTON, R. B., SANDS, M. *Lições de Física de Feynman, Edição Definitiva*. Editora Bookman, Grupo A, Porto Alegre, 2008.

HALLIDAY, D., WALKER, J., RESNICK, R. *Fundamentals of Physics - Extended Edition*. Editora John Wiley, Nova Jersey, EUA, 2004.

MALVINO, A. P. *Eletrônica volume I*. 4.ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 1997.

MELLO, H. A. & BIASI, R. S. *Introdução à física dos semicondutores*. São Paulo: Ed. Edgard Blucher Ltda. 1975.

OLIVEIRA, I. S. *Física Moderna para iniciados, interessados e aficionados*. Volumes. Editora Livraria da Física, São Paulo, 2005.

OSTERMAM, F. e MOREIRA, M. A. *Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio*. In: *Investigações em Ensino de Ciências*, Vol. 5, no 1, Março de 2000.

PESSOA Jr. O. *Conceitos de Física Quântica*. 2 Volumes. Editora Livraria da Física, São Paulo, 2006.

TIPLER, P. A., LLEWELLYN, R. A. *Física Moderna*. Editora LTC, Rio de Janeiro. 3ª ED. 2001.

VALADARES, E. C.; CHAVES, A.; ALVES, E. G. *Aplicações da Física Quântica; do transistor à nanotecnologia*. Série Temas Atuais de Física. Editora Livraria da Física, São Paulo, 2005.

Este livro foi composto pelas tipografias Univers LT Std e Delicious,
e impresso em papel couchê fosco 150g, pela gráfica Rona Editora,
em Belo Horizonte, em janeiro de 2011.