

CIÊNCIAS DA NATUREZA E MATEMÁTICA

Física no Ensino Médio

Autores:
Carlos Eduardo M. de Aguiar
Eduardo A. Gama
Sandro Monteiro Costa

Janeiro de 2005

POR QUE ENSINAR FÍSICA NA ESCOLA MÉDIA?

A Física é, em muitos aspectos, a mais básica de todas as ciências naturais (pelo menos é o que os físicos acham). Ela tem uma abrangência notável, envolvendo investigações que vão desde a estrutura elementar da matéria até a origem e evolução do Universo. Usando uns poucos princípios físicos, podemos explicar uma grande quantidade de fenômenos naturais presentes no cotidiano, e compreender o funcionamento das máquinas e aparelhos que estão à nossa volta. A inclusão da Física no currículo do ensino médio dá aos estudantes a oportunidade de entender melhor a natureza que os rodeia e o mundo tecnológico em que vivem.

Tão importante quanto conhecer os princípios fundamentais da Física é saber como chegamos a eles, e porque acreditamos neles. Não basta ter conhecimento científico sobre a natureza; também é necessário entender como a ciência funciona, pois só assim as características e limites deste saber podem ser avaliados. O estudo da Física coloca os alunos da escola média frente a situações concretas que podem ajudá-los a compreender a natureza da ciência e do conhecimento científico. Em particular, eles têm a oportunidade de verificar como é fundamental para a aceitação de uma teoria científica que esta seja consistente com evidências experimentais. Isso lhes permitirá distinguir melhor entre ciência e pseudociência, e fazer sua própria avaliação sobre temas como astrologia e criacionismo. Eles poderão também reconhecer as limitações inerentes à investigação científica, percebendo que existem questões fundamentais que não são colocadas nem respondidas pela Ciência.

Um terceiro fator é que, ao ter contato com a Física, os alunos da escola média farão uso de linguagens e procedimentos de aplicação muito ampla. Objetos e métodos utilizados corriqueiramente no estudo de Física – sistemas de unidades, gráficos, modelos matemáticos, tratamento de erros experimentais – fazem parte da maioria dos processos produtivos modernos, e a familiaridade com eles é um requisito importante para o acesso a mercados de trabalho de base tecnológica.

O QUE OS ALUNOS DEVEM APRENDER NO CURSO DE FÍSICA?

Ao terminar o ensino médio, o aluno deverá:

- Conhecer conceitos e princípios da Física, e ser capaz de usá-los para explicar fenômenos naturais e entender o funcionamento de máquinas e aparelhos.
- Conhecer a definição operacional e o significado das grandezas físicas mais importantes, e familiarizar-se com suas unidades. Identificar essas grandezas em situações concretas.
- Reconhecer que a definição de uma grandeza física não é arbitrária, mas tem raízes em experiências e idéias prévias, e é justificada por sua utilidade.
- Estar familiarizado com procedimentos básicos de medida e registro de dados, e com os instrumentos de medida mais comuns.
- Compreender que a medida de uma grandeza física tem sempre um grau de incerteza, e ser capaz de estimar este erro em situações simples.
- Ser capaz de estimar o valor de grandezas físicas em situações práticas.
- Saber ler e interpretar expressões matemáticas, gráficos e tabelas. Ser capaz de descrever uma relação quantitativa nessas formas, e de passar de uma representação para outra.
- Compreender como modelos simplificados podem ser úteis na análise de situações complexas.
- Reconhecer que teorias científicas devem ser consistentes com evidências experimentais, levar a previsões que possam ser testadas, e estar abertas a questionamento e modificações.
- Compreender em que sentido os princípios da Física são provisórios e mutáveis, e perceber como essas estruturas são aperfeiçoadas e estendidas em um processo de aproximações sucessivas.
- Reconhecer que explicações sobre o mundo natural baseadas em crenças pessoais, fé religiosa, revelação mística, superstições, ou autoridade podem ter utilidade pessoal e relevância social, mas não são explicações científicas.
- Compreender que os métodos da Ciência não são os únicos que devem ser usados para explorar os múltiplos aspectos do mundo em que vivemos. Reconhecer o papel que a Filosofia e as Artes desempenham na descoberta e interpretação de universos tão importantes ao ser humano quanto o dos fenômenos físicos.
- Ser capaz de comunicar de forma precisa e eficiente o resultado de suas atividades relacionadas à Física. Isto inclui organizar dados e escolher uma forma adequada para apresentá-los, fazer diagramas e esquemas gráficos, e expressar-se de maneira lógica e bem estruturada.

ESTRUTURA CURRICULAR

A proposta curricular apresentada a seguir pressupõe um ensino de Física que enfatize a compreensão qualitativa de conceitos e não a memorização de fórmulas, e que esteja baseado na discussão de fatos cotidianos e demonstrações práticas feitas em aula, e não na realização repetitiva de exercícios pouco relevantes. Também é essencial que a Física não seja apresentada aos estudantes como um conhecimento meramente introdutório, que só ganhará sentido e utilidade posteriormente nos cursos universitários, que talvez nunca cheguem. Sem abandonar a construção de bases para estudos mais avançados, o ensino de Física deve assumir o caráter de terminalidade que é atribuído à escola média.

A estrutura curricular proposta tem uma ordenação que foge um pouco da tradicional – na primeira série são abordados Temperatura, Calor e Ótica. Esta opção deve-se à facilidade com que esses temas podem ser relacionados a fenômenos da vida cotidiana, à possibilidade de se realizar muitas demonstrações práticas, e ao uso de uma linguagem matemática relativamente simples. A Mecânica, que envolve conceitos mais abstratos e difíceis, foi deixada para a segunda série, quando os alunos já têm uma certa maturidade e conseguem usar a matemática com maior segurança. Esta escolha também torna possível tratar a Mecânica de forma um pouco mais profunda que a usual. Os temas estudados na terceira série são mais tradicionais: Eletromagnetismo e Ondas. Apesar da seriação pouco comum, existem vários livros-texto de boa qualidade e ampla utilização que podem ser adotados sem problemas na implementação da proposta curricular.

A presente proposta afasta-se um pouco da orientação sugerida nos *Parâmetros Curriculares Nacionais* no que diz respeito à organização dos conteúdos em temas estruturadores. Uma das razões para isso é a pequena disponibilidade de material didático realmente compatível com os PCN, o que torna mais difícil a adaptação da prática docente a uma reformulação que atinge não apenas os conteúdos, mas também os enfoques e formas de apresentação.

A Física Moderna não foi incluída no currículo proposto, contrariando algumas tendências recentes. Esta opção deve-se em boa parte ao fator tempo, pois tal inclusão só poderia se dar com o sacrifício de tópicos essenciais à própria compreensão do tema.

Seriação:

1ª SÉRIE	2ª SÉRIE	3ª SÉRIE
Temperatura e Calor (~60%) Ótica (~40%)	Mecânica (100%)	Eletricidade e Magnetismo (~60%) Ondas (~40%)

(O número entre parênteses indica a parcela do tempo total dedicada a cada tema)

Detalhamento:

No que se segue, apresentamos os conteúdos de Física em detalhe. Os itens marcados com um asterisco (*) são opcionais — em cada série, o professor deverá escolher *pelo menos um* deles. Um conjunto de orientações gerais para a aplicação deste programa pode ser encontrado na próxima seção.

1. Temperatura e Calor

- Temperatura; termômetros; escalas termométricas.
- Dilatação térmica.
- Calor e energia interna.
- Transferência de calor: condução, convecção, radiação.
- Calor específico.
- Calor latente e mudança de fase.
- Trocas de calor e equilíbrio térmico.
- A equação de estado dos gases ideais.
- Interpretação molecular da pressão e temperatura dos gases.
- Trabalho e a Primeira Lei da Termodinâmica.*

2. Ótica

- Emissão, propagação, reflexão e absorção da luz.
- Raios de luz; sombra.
- A lei de reflexão da luz.
- Formação de imagem por um espelho plano.
- Espelhos curvos. *
- A velocidade da luz; índice de refração.
- Refração; a lei de Snell.
- Formação de imagens por refração.
- Reflexão interna total.
- Dispersão; luz branca.
- Lentes. *
- O olho humano; defeitos de visão. *
- Instrumentos óticos. *

3. Mecânica

A descrição do movimento

- Posição e tempo; trajetória.
- Velocidade e aceleração.

- Representações gráficas do movimento.

Forças

- Intensidade, direção e sentido das forças. Vetores.
- A soma de forças.
- Exemplos: forças de contato e atrito, peso, forças eletromagnéticas.
- Ação e reação.
- Equilíbrio.

Força e movimento

- As leis de Newton.
- O conceito de massa.
- Movimento de uma partícula livre.
- Movimento sob uma força constante; projéteis.
- Movimento circular. *
- Gravitação universal. *
- Movimento oscilatório. *

Conservação da energia

- Trabalho e potência.
- Energia cinética.
- Energia potencial.
- Conservação da energia mecânica.

*Conservação da quantidade de movimento **

- Impulso.
- Quantidade de movimento.
- A terceira lei de Newton e a conservação da quantidade de movimento.

*Hidrostática **

- Pressão em fluidos.
- O princípio de Pascal.
- Empuxo e o princípio de Arquimedes.

4. Eletricidade e Magnetismo

- A carga elétrica.

- Materiais condutores e isolantes.
- Força e campo elétrico.
- Corrente elétrica.
- Diferença de potencial.
- A lei de Ohm; resistência elétrica.
- Baterias e outras fontes de tensão elétrica; força eletromotriz.
- Circuitos simples.
- Potência; o efeito Joule.
- Ímãs e campo magnético; linhas de campo; o campo magnético terrestre.
- A experiência de Oersted; eletroímãs.
- Força magnética sobre uma corrente; motores elétricos. *
- Indução eletromagnética; geradores elétricos e transformadores. *

5. Ondas

Fenômenos ondulatórios

- Ondas mecânicas e eletromagnéticas.
- Velocidade de propagação.
- Frequência e comprimento de onda.
- Princípio da superposição e interferência.
- Ondas estacionárias. *
- Reflexão e refração de ondas.
- Difração.

Luz

- Natureza ondulatória da luz.
- O espectro eletromagnético.

Som

- A velocidade do som.
- Intensidade, altura e timbre. Escalas musicais. Ultrassom.
- Instrumentos musicais. *
- Efeito Doppler. *

ORIENTAÇÕES GERAIS

As orientações abaixo são princípios gerais que se aplicam a todos os conteúdos da disciplina. O que se deseja não é enunciar um conjunto de regras, mas oferecer ao professor de Física subsídios para uma reflexão sobre sua prática docente.

- O ensino de Física deve enfatizar a compreensão de conceitos e a aplicação destes a situações concretas, e desestimular práticas como a memorização de fórmulas e sua utilização repetitiva em exercícios numéricos artificiais.
- Os alunos aprendem de forma muito mais eficiente se o que lhes for ensinado estiver baseado no que eles já sabem. O ensino de Física deve ser planejado de forma que o conhecimento dos estudantes possa crescer de forma lógica e ordenada, tornando-se mais profundo, e não apenas mais extenso, a cada passo.
- Ao entrar em contato com a Física, os estudantes já trazem concepções sobre o mundo natural que são razoáveis e úteis a eles. Em alguns casos essas concepções diferem significativamente dos conceitos e princípios físicos que se deseja ensinar, e atuam como barreiras a um aprendizado efetivo. O reconhecimento e explicitação desses conflitos deve ser parte fundamental da prática pedagógica no curso de Física.
- A introdução de conceitos abstratos deve partir da análise de situações concretas, de preferência ligadas à experiência cotidiana dos alunos. Isto não apenas facilita a aprendizagem desses conceitos, mas principalmente estabelece uma ponte entre o mundo da teoria e aquele vivenciado pelos estudantes.
- Demonstrações em sala de aula e atividades de laboratório permitem que os estudantes compreendam melhor os conceitos físicos e os fenômenos aos quais eles se aplicam, e façam experimentos que coloquem a teste as teorias que lhes foram apresentadas. Estas atividades dão aos alunos familiaridade com aparelhos e procedimentos de medida, desenvolvendo habilidades que são de grande importância para estudos posteriores ou para a inserção no mundo do trabalho.
- Simulações em computador podem ajudar os estudantes a formar modelos mentais de conceitos abstratos ou de fenômenos de difícil visualização. Mais importante ainda, o computador permite que os estudantes tenham acesso a instrumentos de modelagem matemática poderosos e fáceis de usar. Com isso eles podem desenvolver e explorar seus próprios modelos de fenômenos físicos, tornando-se participantes mais ativos na construção de seu conhecimento. Existem programas de modelagem de ótima qualidade, gratuitos, com documentação e material de apoio em português, e que podem ser obtidos via Internet. Um exemplo bem conhecido é o *Modellus* (<http://phoenix.sce.fct.unl.pt/modellus>).
- O material de estudo que os alunos utilizam fora de sala de aula não pode restringir-se a anotações de caderno e apostilas. É essencial a uma aprendizagem sólida de Física que os estudantes usem sistematicamente um livro-texto, e que este não seja apenas uma coleção de fórmulas e problemas retirados de exames vestibulares.
- Uma grande quantidade de material didático de boa qualidade está disponível na Internet. Esses recursos são de fácil acesso e podem complementar o material de estudo usado na escola.
- É importante que o ensino de Física esteja articulado ao de Matemática, Química e Biologia, de modo a dar aos estudantes uma visão integrada dessas disciplinas e de como elas podem contribuir, cada uma à sua maneira, para o estudo comum de problemas concretos.
- Também é importante que os estudantes tenham uma perspectiva histórica do desenvolvimento da Física, de modo a perceber como estruturas sociais, econômicas e culturais podem influenciar, e ser influenciadas, pela evolução da Ciência. Eles devem aprender a ver o conhecimento passado dentro de seu contexto histórico, e não de forma depreciativa à luz do conhecimento atual.

- Os estudantes devem ser estimulados a comunicar a colegas, professores e outros, em diferentes formas e mídias, o resultado de suas atividades relacionadas à Física.
- As revistas especializadas em ensino de Física podem dar uma contribuição importante ao aperfeiçoamento da prática docente. Elas trazem desenvolvimentos recentes de materiais e metodologias educacionais, discutem tópicos atuais de Física e descrevem novas formas de ensinar temas tradicionais. Essas revistas são um meio de comunicação importante dentro comunidade de professores de Física, e sua utilização pode ajudar a superar o isolamento profissional em que muitos se encontram. Algumas têm versões eletrônicas disponíveis gratuitamente na Internet, como a *Física na Escola* e a *Revista Brasileira de Ensino de Física*, ambas editadas pela Sociedade Brasileira de Física. O *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* também está na Internet, mas apenas com o resumo dos artigos.

SUGESTÕES DE LEITURA PARA O PROFESSOR

1. *Física na Escola*, revista dedicada aos professores do ensino médio, editada pela Sociedade Brasileira de Física. Versões eletrônicas dos artigos estão disponíveis na Internet, em www.sbfisica.org.br.
2. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, revista dedicada aos professores do ensino médio e superior, editada pela Sociedade Brasileira de Física. Versões eletrônicas dos artigos estão disponíveis na Internet, em www.scielo.br ou www.sbfisica.org.br.
3. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, revista dedicada aos professores do ensino médio e superior, editada na Universidade Federal de Santa Catarina. Os resumos dos artigos estão na Internet, em server.fsc.ufsc.br/ccef/.
4. *Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*, resolução CEB/CNE/MEC de 26 de junho de 1998.
5. *PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais* (MEC/SEMTEC, 2002)
6. *A Contribuição da Física para um Novo Ensino Médio*, M.R.G. Kawamura e Y. Hosoume, *Física na Escola*, v. 4, n. 2, pp. 22-27 (2003).
7. *National Science Education Standards*, National Research Council (U.S.), disponível em books.nap.edu/html/nse/.