

## O LIVRO DIDÁTICO: TRANSFORMAÇÃO E CONSERVAÇÃO DA ENERGIA

### META

Fazer uma análise reflexiva sobre o uso e escolha do livro didático. Fazer com que o aluno repense a importância do uso de experiências simples em sala de aula. Que ele perceba que a matemática é uma ferramenta poderosa na descrição e construção de modelos físicos.

### OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:  
estar apto e ciente das sugestões dadas pelo MEC para se fazer uma boa escolha do “melhor” livro didático a ser usado em sala de aula. Mostrar como se pode ensinar/ilustrar o teorema da Conservação da energia usando experiências simples ou usando novas tecnologias.

### PRÉ-REQUISITOS

Os alunos devem ter cursado as disciplinas física A e B.



Na Usina Hidrelétrica, a energia potencial da água armazenada em uma represa se transforma em energia cinética durante sua queda pela tubulação. Essa energia é usada para fazer girar uma turbina e seu movimento de rotação é transmitido ao gerador, produzindo corrente elétrica.

(Fontes: <http://www.portalsaofrancisco.com.br/>)

### INTRODUÇÃO

Em geral quando vamos ministrar um curso, escolhemos o mesmo livro didático que usamos na escola. Em geral esta é uma boa escolha, pois o conhecemos bem e sabemos a sua estrutura. Mas pode ocorrer que existam livros muito melhor do que este. A escolha do livro didático é de fundamental importância para o andamento da matéria em sala de aula como para o acompanhamento por parte dos alunos fora desta. Atrás de todo livro didático existe uma filosofia de ensino que pode ou não estar explicitada. Parar para pensar “que livro adotar” pode fazer com que você repense a sua forma de pensar como o conteúdo de física pode ser ministrado.

A história do livro didático de certa forma se confunde com os dos projetos de ensino de física. Já vimos no nosso curso o projeto do GREF, PEF, e o PROFIS e a importância que estes tiveram na introdução de experiências em sala de aula e na discussão do encadeamento dos conteúdos da mecânica a ser ministrado.

Para fazer um breve resumo dos grandes projetos de ensino de física, podemos começar com o PSSC (Physical Science Study Committee), o Projeto Harvard (Harvard Project Physics) lançado em 1975, o Projeto para o Ensino de Ciências da Fundação Nuffield, o PEF (Projeto de Ensino de Física), iniciativa do Instituto de Física da USP em convênio com o MEC e duas de suas instituições na época, a FENAME (Fundação Nacional do

Material Escolar) e o PREMEN (Programa de Expansão e Melhoria do Ensino) e o projeto FAI (Física Auto Instrutivo) [PNLD].

No caso do nosso país temos que a maioria dos livros didáticos produzidos nas décadas de 80 e 90 foram influenciados pelos cursinhos ou pelo vestibular. Como a grande meta do ensino médio é colocar o aluno na universidade os livros didáticos tiveram que se adaptar a essa tarefa.



Vídeo de professor Walter Lewin, do MIT, onde demonstra a sua confiança na conservação da energia mecânica.

(Fontes: <http://www.youtube.com/>)

## PROJETOS DE ENSINO DE FÍSICA

O PSSC foi criado nos EUA, em 1956, sob o patrocínio da *National Science Foundation*, o projeto inseriu-se em uma ampla mobilização nacional resultante do profundo impacto causado na época pelo lançamento do *Sputnik I*, primeiro satélite artificial da Terra. O trauma deveu-se a uma evidência refletida por esse lançamento – a dianteira tecnológica assumida pela URSS sobre os EUA – e sugeria aos norte-americanos a necessidade de providências urgentes para reverter esse quadro sobretudo pela reformulação da formação educacional dos seus estudantes: “O *Sputnik* tornou claro ao público norte-americano que a mudança da educação, em particular do currículo de Matemática e Ciências, era assunto de interesse nacional” (BYBEE, 1997).

O PSSC se compunha de um texto básico que sintetizava a filosofia da proposta: “nele a Física é apresentada não como um simples conjunto de fatos, mas basicamente como um processo em evolução, por meio do qual os homens procuram compreender a natureza do mundo físico”. Complementavam o livro texto, “estritamente correlacionados, um guia de laboratório e um conjunto de aparelhos modernos e baratos, um grande número de filmes, testes padronizados, uma série crescente de publicações preparadas por expoentes nos respectivos campos e um extenso livro do professor, diretamente ligado ao curso” (PSSC, 1963, pg. 7).

O “extenso livro do professor” orientava a sua atividade, sobretudo em relação à ênfase a ser dada aos diferentes conteúdos, apresentava conteúdos suplementares e notas de laboratório em que eram dadas informações auxiliares e indicados os momentos mais adequados para que os alunos realizassem com maior proveito as atividades experimentais sugeridas.

Em síntese, o PSSC estava centrado, de um lado, em uma nova proposta curricular de Física, e de outro, no entendimento de que o aluno só poderia aprender ciência por si, a partir da atividade experimental, como se dizia no prefácio do guia de laboratório incluído no texto básico: “As idéias, os conceitos, e as definições, só têm, na verdade, um sentido efetivo quando baseados em experiências”. E essas experiências dariam ao aluno a possibilidade de simular o papel do cientista na descoberta da ciência, como se afirmava logo adiante: “Ao realizar experiências cujo resultado, de antemão, lhe é desconhecido, fica o aluno tomado por uma sensação de participação pessoal nas descobertas científicas; tornam-se-lhe mais significativas a ciência e a importância do cientista.” (PSSC, 1963, pg. 213).

Os resultados do PSSC não foram animadores, nem nos EUA nem nos demais países em que foi aplicado. No Brasil, os textos foram editados no início da década de 1960 pela Editora Universidade de Brasília e o material experimental produzido pela Funbec (Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências), empresa criada em 1966 e que teve na

produção desses equipamentos sua principal atividade inicial. A aplicação do projeto no entanto foi muito restrita, limitada a poucas escolas onde lecionavam os poucos professores que dele tomaram conhecimento e se sentiram capazes de fazê-la. Alguns, embora o conhecessem não animaram a aplicá-lo (esse foi nosso caso), principalmente, pela dificuldade de utilização do material experimental entregue às escolas pela Funbec, com muitos *kits* incompletos, sem identificação adequada ou qualquer instrução auxiliar além daquela do próprio texto. Acresce ainda o currículo proposto, desvinculado da nossa realidade educacional e para o qual certamente a esmagadora maioria dos professores não estava preparada.

Outras causas devem ter determinado o insucesso dessa proposta em outros países, mas a nosso ver, de todas as causas possíveis para esse insucesso a mais relevante se originou paradoxalmente de sua maior virtude, a inédita e notável comissão que o criou formada por centenas de professores de Física e alguns educadores, liderados por uma equipe de físicos do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) coordenada pelo professor Jerrold R. Zacharias.

Essa comissão foi influenciada pelas idéias do pedagogo americano Jerome Bruner – Zacharias, em particular, era seu amigo pessoal – que logo se materializariam em um dos textos básicos da educação em ciências do século XX, *O Processo da Educação* (BRUNER, 1960). Essa influência se refletiu na ênfase curricular, baseada em um novo ordenamento lógico para a apresentação da Física, dada à estrutura dos textos, mas grande parte da orientação pedagógica do projeto não encontrava respaldo nas idéias de Bruner; baseou-se nas intuições ou crenças pedagógicas do próprio Zacharias, avalizadas pelos membros da comissão: “Zacharias não acreditava em um ensino de ciências fundado em abstrações e queria que tudo no seu projeto do PSSC estivesse firmemente baseado na experimentação. Na avaliação de Zacharias, manifestações de verdades tangíveis, visíveis, tinham de preceder fórmulas e gráficos, e não há nenhuma sugestão nesse sentido nas idéias de Bruner”.

Assim, a crença de que a experimentação levaria à compreensão ou até mesmo à redescoberta de leis científicas – idéia que hoje seria classificada como um equívoco epistemológico –, permeou todo o projeto dando a ele ênfase exagerada e irrealista ao papel da experimentação o que, a nosso ver, levou toda a proposta ao fracasso. É importante, em defesa de Bruner, muitas vezes citado como mentor pedagógico desse projeto, explicitar a sua descrença em relação a essa concepção: “Um bom intuitivo pode ter nascido com algo especial, mas a sua intuição funciona melhor quando ele tem um sólido conhecimento do conteúdo, uma familiaridade que dá substância à intuição” (BRUNER, 1960, p.56).

## ATIVIDADES

O preparo dos professores e da logística para entrega de materiais é um problema que permeia todos os projetos de ensino. O projeto de Tele-Ensino do Ceará é um exemplo deste. Faça uma pesquisa sobre o funcionamento do curso Tele-Ensino de 2º grau da Globo.



De qualquer forma, essa proposta tornou-se um marco no ensino de Física em todo mundo e desencadeou um saudável movimento de renovação educacional em ciências com o surgimento de outros projetos semelhantes, como o Projeto Harvard (*Harvard Project Physics*) lançado em 1975, precedido de uma versão inicial em 1970. De acordo com a tradução do texto básico para o português realizado pela Fundação Calouste Gulbenkian, de Lisboa, o Projeto Harvard era composto de “uma grande variedade de materiais de aprendizagem entre os quais o livro-texto é apenas um; existem ainda as coletâneas de textos, manuais de atividades, guias para o professor, livros de instrução programada, filmes sem-fim ‘loop’, filmes de 16 mm, transparências, aparelhos e livros de teste”

Apesar dessas semelhanças com o PSSC, tinha como característica a distingui-lo o enfoque humanista, como está explícito em um de seus objetivos:

“Ajudar os alunos a verem a Física como uma atividade com muitas facetas humanas. Isto significa apresentar o assunto numa perspectiva cultural e histórica, e mostrar que as idéias da Física têm uma tradição ao mesmo tempo que modos de adaptação e mudança evolutivos”.



Figura1 – Capa do Livro texto do projeto Harvard.  
(Fonte: Foto do livro).

Fig. 7.1 – Capa do Livro texto do projeto Harvard (versão portuguesa)



Algumas curiosidades sobre o projeto Harvard tiradas do texto: “UMA LEITURA DE: ”UMA CONVERSA COM GERALD HOLTON”. O projeto Harvard teve sucesso enquanto o governo americano se empenhava na sua execução. Dele participava 200 professores que se reuniam anualmente e trocavam experiências entre si. Quando o governo cortou a verba e treinamento dos professores cessou o programa deixou de funcionar. Este projeto teve grande influência da personalidade e experiência dos seus criadores. Holton era vienense e precisava de dinheiro para se sustentar, de modo que ele aceitou escrever material paradidático. Ex:

- Tesouro da Juventude ou *The book of knowledge*.
- A imaginação científica
- As origens temáticas do pensamento científico.
- E textos gerais para popularização da ciência.

Holton é o pai da abordagem contextual e dentre seus trabalhos temos:

- Abordagem conectiva
- *Foundations of modern physical science*
- *Project physics course à Harvard*
- *Science for all* (ciência para todos)

O projeto Harvard foi concebido pelo Professor e Reitor da Universidade de Harvard James Conant. Ele instituiu na universidade um primeiro ano comum a todos os cursos, de modo que o ensino de Harvard mostrasse os vínculos históricos e técnicos, assim como as conexões entre as várias ciências - Ciências, Humanidades e Ciências Sociais. Eles que introduziram a projeto de alfabetização científica e cidadania. Os textos produzidos por eles é marcado por uma abordagem humanística e experimental. Nos dois projetos acima, foram produzidos vários filmes didáticos e de divulgação científica.

- Longa duração – PSSC (alunos dormem)
- Média duração – só dois (50 min)
- Curta duração – 50 filmes
- Mecânica
- Movimento nos Céus
- Mecânica e Ondulatória
- Luz e Magnetismo
- Física de Partículas

Obs: Conant, o Reitor, lecionava três vezes por semana.

## ATIVIDADES

1. O que você pensa sobre filmes e livros de divulgação científica? Comente um livro que você leu.

Outro projeto importante, não traduzido para o português, foi o Projeto para o Ensino de Ciências da Fundação Nuffield. Há quem diga que o Nuffield foi uma espécie de resposta inglesa ao PSSC, não adotado no Reino Unido, e como ele era também um projeto curricular produzido por uma grande equipe de físicos e educadores. Sua preocupação era dar ao aluno uma formação básica que o tornasse “quase um físico”, seguindo um enfoque curricular voltado para o conhecimento futuro: “A física, e com ela o mundo, está mudando tão rapidamente que ninguém pode prever quais capítulos da Física serão utilizados dentro de, digamos, dez anos. Mas estamos inteiramente seguros de que há algumas idéias básicas que serão mais apropriadas para os novos problemas de amanhã. Procuramos basear este curso no que acreditamos serão essas idéias”.

No Brasil, consideramos o mais importante deles o PEF (Projeto de Ensino de Física), iniciativa do Instituto de Física da USP em convênio com o MEC e duas de suas instituições na época, a FENAME (Fundação Nacional do Material Escolar) e o PREMEN (Programa de Expansão e Melhoria do Ensino). Compunha-se de um texto básico, apresentado em quatro conjuntos de fascículos – *Mecânica 1*, *Mecânica 2*, *Eletricidade e Eletromagnetismo* – acompanhados de um material experimental muito simples, de baixo custo, e de guias do professor. Tendo em vista a realidade brasileira, os fascículos tinham preço acessível e incluíam o material experimental. Pela mesma razão, optou-se por apresentar textos suplementares incluídos no texto básico.

Para a elaboração do projeto “formou-se uma equipe de cientistas (pesquisadores de física nuclear) e de professores com larga experiência no ensino médio e universitário, além de programadores visuais e jornalistas” (HAMBURGER & MOSCATI, 1974). Não havia pedagogos na equipe, mas muitos de seus membros cursavam na época o recém criado mestrado em ensino de Física, programa conjunto do Instituto de Física e da Faculdade de Educação da USP. A concepção pedagógica que se infere do projeto reside no estímulo à postura ativa e individual do aluno, na crença na validade do método científico e na convicção de que a experimentação é essencial para a compreensão dos conceitos físicos: “[...] a parte experimental do PEF é integrada no curso, sendo praticamente impossível seguir o texto sem realizar as experiências lá especificadas. Assim, o equipamento experimental não deve ser encarado como um apêndice acessório ao texto, mas como parte integrante do curso, sem o qual ele fica mutilado” (HAMBURGER & MOSCATI, 1974).



Mas, assim como o PSSC, Harvard e Nuffield, o PEF também não obteve sucesso. Com exceção de algumas causas específicas, brasileiras, como a ineficiente distribuição do material, a qualidade do material experimental e a dificuldade de obtenção dos guias do professor, a causa principal do insucesso do PEF foi, a nosso ver, a mesma já atribuída ao PSSC: a superestimação da capacidade do material instrucional na promoção da aprendizagem ancorada basicamente na experimentação.

Apesar do cuidado com que foram elaborados os guias destinados ao professor, dele se pedia e se esperava muito pouco. O estímulo à interação individual do aluno com o material era explícito, como mostram estas recomendações iniciais dadas ao estudante:

“Elaboramos este curso para que você possa aprender Física de um modo ativo. Isto significa que você vai realizar experiências, analisar e discutir os resultados obtidos, responder a perguntas e resolver problemas.

1. Você pode trabalhar sozinho ou então em pequenos grupos de até 5 alunos. Mesmo trabalhando em grupo, é importante que você faça as tarefas sozinho, para que aprenda melhor.
2. Leia o texto com atenção, tentando responder sozinho a cada uma das questões [...].
3. Depois de responder a cada questão, discuta com os seus colegas se a resposta está correta e por quê.
4. O professor, ou o próprio texto, indicará o momento em que você deve comparar sua resposta com as respostas corretas [...]” (HAMBURGER & MOSCATI, 1974).

Os termos grifados em itálico são originais, os trechos sublinhados são nossos. Todos evidenciam a função orientadora, não essencial, reservada ao professor na concepção do projeto – o aluno trabalhando sozinho aprenderia melhor e, até para essa função orientadora, o professor podia ser dispensado, bastava ao aluno recorrer ao próprio texto.

## ATIVIDADES

Comente

2. Você acha que o povo brasileiro tem cultura, gosto, por estudo dirigido, ou você acha que nós somos muito dependentes da figura do professor?







Figura2 – Capa do Livro texto do PEF.  
(Fonte: Foto do livro)

Fig. 7.2 – Capa do Livro texto do PEF

### A instrução programada

A tendência de transferir a responsabilidade da aprendizagem ao aluno, dispensando-o da interação com o professor, acentuou-se com o advento da instrução programada. Fundados no behaviorismo, os textos programados fragmentavam o conteúdo em pequenos trechos nos quais eram inseridas lacunas ou indagações para que o aluno as completasse ou respondesse. Partia-se do pressuposto de que a resposta certa, além de elemento reforçador que estimulava o aluno a prosseguir, era também um indicativo válido da aprendizagem: resposta certa era indicativo seguro de conhecimento adquirido.

Ao professor, restava apenas o papel de gerenciador do processo: distribuir material, estabelecer e controlar cronogramas, e aplicar provas, estas frequentemente já incluídas no pacote educacional. Radicalizava-se o pressuposto dos projetos curriculares, ensinar não era a obrigação dos professores, talvez nem saber – nenhuma das propostas de instrução programada que conhecemos tinha guia do professor –, mas do material. Aprender, claro, continuava a ser responsabilidade exclusiva do aluno.

Houve na época um intenso movimento voltado à publicação de textos auto-instrutivos em todo mundo. No Brasil, em meado da década de 1970,

surgiu com grande repercussão, sobretudo comercial, o projeto FAI (Física Auto Instrutivo), criado por um grupo de professores do Instituto de Física da USP – contemplava praticamente todo o currículo tradicional de Física do antigo segundo grau em cinco textos de instrução programada. Aqui, como colaborador marginal na elaboração dos textos, aplicador do projeto em sala de aula e, de início, uma pessoa absolutamente convicta dos seus pressupostos pedagógicos, vale a pena um depoimento pessoal:

Trabalhei com os cinco textos programados do FAI durante quase dois anos, em várias turmas dos três anos do então segundo grau. Foi certamente o período mais frustrante de minha longa carreira de professor. De início, a sensação de minha inutilidade em sala de aula – os alunos, envolvidos em sua interação com o texto, mal notavam a minha presença – era compensada com a expectativa de que, agora sim, eles estariam aprendendo. Nunca os havia visto tão concentrados, lendo, estudando, preenchendo lacunas, alguns até com avidez e entusiasmo. As avaliações pareciam dar indicar bons resultados, mesmo porque abordavam tópicos de conteúdo relativamente curtos e eram repetidas até que os alunos atingissem um nível de acerto considerado satisfatório. A instrução programada preconiza o respeito ao ritmo individual de compreensão do aluno e a condição para passar a um novo tópico é o domínio do conteúdo do tópico anterior, daí a repetição das avaliações até que se pudesse considerar o aluno capaz de ir adiante. Como é óbvio, não havia reprovações.

Com o tempo, no entanto, percebi que a aprendizagem dos alunos era estranhamente passageira, algo que não se consolidava, uma espécie de “frente de onda” que parecia conter o domínio do aluno de algum fragmento de conteúdo, talvez induzido pelos estímulos recorrentes do próprio texto ou das próprias avaliações. Mas logo o conhecimento adquirido desaparecia praticamente sem deixar rastros. No último bimestre do segundo ano da aplicação da proposta, angustiado e convencido da ineficiência da proposta, voltei às minhas velhas aulas tradicionais e a interagir diretamente com os alunos. Desde então, começou a se consolidar em mim a convicção de que não há material ou proposta pedagógica que possa prescindir da ação direta e insubstituível do professor.

Não foi possível saber se esse foi um caso isolado ou se repetiu com outros professores, até porque a aplicação da instrução programada no Brasil, que em pouco tempo havia se estendido a muitas outras disciplinas além da Física, teve curta duração – foi bruscamente interrompida com a proibição por parte do MEC da publicação de livros descartáveis. Como todos os textos de instrução programada tinham de ser descartáveis, pois os alunos os utilizavam como material de trabalho, essa proibição inviabilizou a continuidade da proposta. Mas, mesmo nos países em que não houve essa ação oficial, a instrução programada acabou por extinguir-se também. E um dos pensadores que mais contribuiu para o abandono desse equívoco pedagógico foi Jean Piaget cujas idéias, desde então, passaram a dominar o pensamento educacional brasileiro.

**ATIVIDADES**

Pegue o livro didático que você usou na escola. Diante do que você leu como você o classificaria?

Por último temos os métodos de ensino apostilado que estão se espalhando pelo Brasil afora. Como exemplo destes temos o COC, o Objetivo, o Positivo o Anglo e outros. Todos estes tem em comum a suas origens, todos começaram com cursinho e se expandiram para escola, universidades e método de ensino. Todos se caracterizam pelo uso de apostilas, onde o conteúdo é apresentado em módulos. O professor é um mero apresentador do caderno, um técnico do ensino. Este não tem liberdade para escolher o conteúdo e o momento de administrar este. Todo o ensino é voltado para o vestibular e não para a formação do cidadão.

**ATIVIDADES**

Compare uma apostila de cursinho e um livro didático. Qual é o que transmite melhor os conceitos de Física.

**O PAPEL DO LIVRO DIDÁTICO - PNLD 2007 [2]**

Quando abrimos o caderno do PNLD – Guia do livro didático, nos deparamos com o seguinte conselho: É necessário perguntar, ser curioso, investigar, descobrir, criar..., é necessário transformar o mundo! Ciência é realidade, imaginação, perseverança, trabalho, criatividade. Ciência é ação. Os interesses dos alunos estão centrados na ação, no diálogo, na confrontação de idéias, no trabalho em equipe, na experimentação, na reflexão conjunta, na busca de novos questionamentos. Portanto, as aulas de Ciências devem transmitir o caráter de empresa vital, humana, fascinante, indagadora, aberta, útil e criativa que tem a atividade científica. E o livro didático deve contribuir para isso e não ser utilizado para tornar o ensino de Ciências em simples literatura.

O livro didático é um suporte de conhecimentos e de métodos para o ensino, e serve como orientação para as atividades de produção e reprodução de conhecimento. Mas não podemos nos transformar em reféns do livro, imaginando encontrar ali todo o saber verdadeiro e a narrativa ideal. Sim, pois o livro é também instrumento de transmissão de valores ideológicos e culturais, que pretende garantir o discurso dos autores. Em um processo pouco dinâmico como o que se estabelece no sistema tradicional de ensino de Ciências, cria-se um círculo vicioso: o professor torna-se um reproduzidor desses mitos e imagens errôneas e passa, ele também, a acreditar neles. O resultado é que, para os alunos, a Ciência ensinada na escola acaba sendo chata, pouco útil e muito difícil.

Para construir uma opinião própria e independente, é importante a leitura de textos complementares, revistas especializadas e livros disponíveis na biblioteca da escola, da cidade, dos alunos, dos amigos etc. Todos os livros apresentam problemas e o professor deve estar sempre atento para trabalhar eventuais incorreções. Neste Guia, indicamos, em linhas gerais, os pontos positivos e os problemas identificados em cada coleção.

Também é preciso perceber que o livro é uma mercadoria do mundo editorial, sujeito a influências sociais, econômicas, técnicas, políticas e culturais como qualquer outra mercadoria que percorre os caminhos da produção, distribuição e consumo. Portanto, muito cuidado! É fundamental preservar sua independência, ter clareza do que é Ciência e de como ensinar Ciências para que você, professor, possa fazer uma boa escolha do livro que será utilizado em suas aulas.

São apresentadas, a seguir, sugestões adicionais para tornar suas aulas ainda mais criativas, além de comentários sobre o processo de avaliação, a organização das resenhas e os critérios e a ficha de avaliação nele utilizados.

### **A AVALIAÇÃO DOS LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS**

Professor, professora, antes de proceder a escolha dos livros didáticos é importante entender como foi feita a avaliação das coleções de Ciências inscritas no Programa Nacional do Livro Didático – PNLD/2007 e por que as coleções apresentadas neste Guia foram consideradas de qualidade, ainda que algumas com certas restrições.

A avaliação foi realizada utilizando-se livros sem identificação dos autores ou das editoras (livros descaracterizados). Cada coleção foi avaliada por dois pareceristas independentes e, quando necessário, por consultores de áreas específicas. Os pareceristas pertencem a universidades de diferentes estados brasileiros e são pesquisadores ativos nas áreas de Ciências e Educação em Ciências.

### **A ORGANIZAÇÃO DAS RESENHAS**

As resenhas das coleções selecionadas foram elaboradas de maneira a oferecer uma visão objetiva de cada coleção. A descrição da coleção contempla a transcrição do sumário tal qual apresentado pelos autores e visa descrever aos professores o conteúdo e a maneira pela qual os autores organizaram seus livros. A abordagem pedagógica destaca a maneira pela qual os autores apresentam os fundamentos pedagógicos da coleção e a maneira pela qual os diferentes conteúdos podem ser trabalhados para permitir ao estudante o desenvolvimento de habilidades necessárias ao estudo e à com-

preensão da Ciência. Características do Manual do Professor são também descritas nessa seção. A abordagem de conteúdo apresenta comentários relativos aos conteúdos tratados em cada coleção, bem como o tratamento oferecido a temas interdisciplinares e do cotidiano dos estudantes. Em A experimentação, o professor encontrará a exposição da estratégia dos autores quanto ao trabalho com atividades práticas, as quais incluem a observação de fenômenos e a realização de experimento. Na seção Em aula, a resenha oferece comentários que visam orientar o professor para o bom uso de cada coleção, tanto do Livro do Aluno quanto do Manual do Professor.

Finalmente, é importante, professor, professora, que no planejamento de suas aulas seja considerada a essência de seu próprio projeto pedagógico e as condições para colocá-lo em prática. Subsídios importantes são dados pelas propostas pedagógicas dos livros didáticos. No entanto, cabe lembrar que quem define quando e como o livro será utilizado é o professor. Procure escolher o livro mais adequado aos seus objetivos e ouse mudar a forma de apresentação ou de trabalho com os conteúdos sempre que julgar necessário.

Apresentamos, a seguir, os critérios utilizados pela equipe de avaliação da área de Ciências, divididos em critérios eliminatórios e critérios de classificação.

## CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO CRITÉRIOS ELIMINATÓRIOS

Aspectos teórico-metodológicos

- estar em consonância com conceitos atuais da teoria pedagógica e do conhecimento científico, veiculando informação correta, precisa, adequada e atualizada;
- ser coerente com a proposta pedagógica expressa no manual do professor;
- garantir o acesso a conceitos fundamentais para cada etapa de escolaridade, respeitando-se o princípio da progressão;
- considerar, na seleção de conceitos, textos e atividades, que o desenvolvimento cognitivo dos alunos se caracteriza por estruturas diferenciadas de pensamento;
- contemplar a iniciação às diferentes áreas do conhecimento científico, buscando um equilíbrio com a seleção de aspectos centrais em Física, Astronomia, Química, Geologia, Ecologia e Biologia (incluindo Zoologia, Botânica, saúde, higiene, Fisiologia e corpo humano);
- integrar o tratamento de fatos, conceitos, valores e procedimentos por meio de uma coerência de princípios, evitando-se a segmentação entre os volumes da coleção;
- considerar que ensinar Ciência é estimular o fazer Ciência, utilizando o método científico como procedimento para a construção do conhecimento;
- assegurar que os experimentos descritos são factíveis, com resultados



confiáveis e interpretação teórica correta;

- privilegiar a apresentação da terminologia científica, fazendo uso, quando necessário, de aproximações adequadas sem, no entanto, ferir o princípio da correção conceitual;
- explicitar termos que têm diferentes significados e contextos, tomando o cuidado de evitar confusões terminológicas;
- veicular ilustrações adequadas, que induzam à construção de conceitos corretos;
- trazer, nas ilustrações (fotos, esquemas e desenhos), citação de fontes, locais, datas e outras informações necessárias ao crédito;
- zelar pela integridade física de alunos, professores, funcionários, familiares e população em geral. A seleção dos experimentos e atividades de investigação científica deverá partir de uma distinção não ambígua entre riscos aceitáveis e não-aceitáveis. Assim, considerando que a teoria do risco zero é superada, a coleção deverá alertar sobre os riscos e recomendar claramente os cuidados para prevenção de acidentes na realização das atividades propostas.

Aspectos socioculturais e preceitos éticos

- respeitar a diversidade cultural, étnico-racial, de gênero, religiosa ou qualquer outra forma de manifestação individual ou coletiva, evitando estereótipos e associações que depreciem grupos étnicos ou raciais, ou que desvalorizem a contribuição de todos os diferentes segmentos da comunidade;
- contemplar as diversidades geográfica, social e política na exploração dos contextos locais ou específicos;
- incentivar uma postura de respeito ao ambiente, conservação e manejo correto;
- enfatizar temas atuais, objetos de debate na sociedade, estabelecendo relações entre conhecimento científico e exercício da cidadania;
- respeitar as leis, normas de segurança e os direitos do trabalhador e do cidadão;
- respeitar crenças e mitos, permitindo o debate sobre as relações entre o conhecimento popular e o conhecimento científico.

## CRITÉRIOS DE QUALIFICAÇÃO

Espera-se que o livro didático de Ciências observe, ainda, os seguintes aspectos:

Aspectos teórico-metodológicos

- valorizar a manifestação pelo aluno e a identificação pelo professor do conhecimento que o aluno detém sobre o que se vai ensinar;
- favorecer o reconhecimento, pelo aluno, de que a construção do conhecimento é um empreendimento laborioso e que envolve diferentes pessoas e instituições às quais se deve dar o devido crédito;

- relacionar o conhecimento construído com o historicamente acumulado, considerando que a descoberta tem um ou mais autores e um contexto histórico que deve ser enfatizado e trabalhado;
- propiciar situações, tanto coletivas como individuais, para observações, questionamentos, formulação de hipóteses, experimentação e elaboração de teorias e leis pelo aluno, submetendo-as à validação no processo de troca professor-classe;
- buscar a sistematização de conhecimentos por meio de textos, desenhos, figuras, tabelas e outros registros característicos das áreas de Ciências;
- estimular o emprego (construção e análise) de recursos de comunicação comumente utilizados em Ciências, como tabelas, diagramas e gráficos;
- utilizar recursos (cores, escalas etc.) que assegurem a formação correta do conceito na apresentação das ilustrações;
- estimular a leitura de textos complementares, revistas especializadas e livros paradidáticos;
- propor o uso de computadores para pesquisa em internet, simulações, argumento e registro;
- valorizar a comunicação da ciência, utilizando diferentes propostas (seminários, teatro, painéis, exposições, experimentos), linguagens e formatos apropriados para o público ao qual se dirige;
- selecionar adequadamente as ilustrações (fotos, esquemas, gráficos, tabelas, desenhos, molduras, pano de fundo etc.), apresentando uma diagramação que encoraje a leitura.

#### Aspectos socioculturais e preceitos éticos

- realizar o debate sobre a ética da Ciência e as relações entre conhecimento e poder, abordando de forma sistemática as repercussões, relações e aplicações do conhecimento;
- considerar uma visão humanística da Ciência.

## MANUAL DO PROFESSOR

O manual é o instrumento com o qual o professor interage mais diretamente no processo de ensino-aprendizagem; portanto, sua qualidade é fundamental para a realização de um trabalho pedagógico adequado às condições exigidas pela sociedade moderna. Para tanto, o manual do professor deverá:

- expressar e discutir a proposta pedagógica da coleção;
- apresentar referências bibliográficas de qualidade e facilmente acessíveis, estimulando o professor para leituras complementares;
- apresentar propostas de avaliação;
- valorizar o papel do professor como um problematizador e não um simples facilitador ou monitor de atividades;

- propor outras atividades e experimentos, além dos indicados no livro;
- observar e justificar devidamente as eventuais supressões de abordagem de qualquer área do conhecimento científico, indicando uma bibliografia que permita compensar tais lacunas;
- propor a integração das linguagens, especialmente as midiáticas e o uso de computadores para pesquisa na internet, simulações, argumentação e registro.



### ATIVIDADES

.Fazer uma avaliação segundo os critérios do PNLD do livro didático que você usou na escola.

Obs. Deixamos nos materiais de apoio um modelo de avaliação que fiz no meu curso para você ter como referência, junto com o PNLD 2007. Começaremos fazendo uma revisão das definições de trabalho e conservação da energia ilustrado com experiências simples, e, em seguida, vamos ensinar como se faz uma animação gráfica de uma experiência que envolva o conceito de conservação da energia usando o *software Modellus*.

#### Trabalho

Associamos a palavra trabalho à idéia do trabalho realizado pelas pessoas. E, principalmente, associamos a palavra trabalho à idéia de emprego e salário. No entanto, em Física, a palavra trabalho tem um único significado: expressa a relação de uma força com o deslocamento do corpo sobre o qual essa força atua. O trabalho é o produto do valor da força aplicada sobre um corpo pelo deslocamento que esse corpo sofre na direção da força.

#### Trabalho de uma força constante

Considere um operário deslocando um caixote de uma distância(d) sob a ação de uma força(F), constante, paralela e no mesmo sentido do deslocamento. O trabalho da força é dado pela fórmula:

$$W = F \cdot d$$

F → força (N = newton)

d → deslocamento (m = metro)

W → trabalho da força (J=joule)

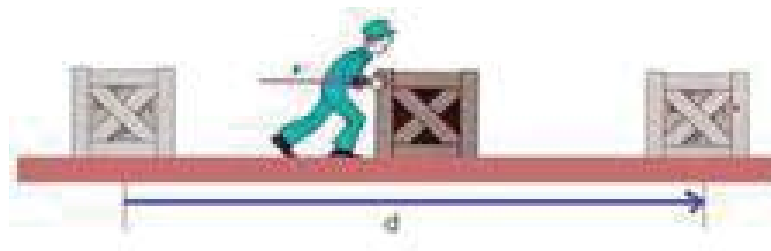


Figura3 – Homem empurrando caixa.  
(Fonte: marista.edu.br).

Como a grandeza trabalho é um escalar com dimensão de energia, temos que na sua forma geral o trabalho é definido como sendo a integral do produto escalar do vetor força pelo vetor deslocamento.

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F(x) dx$$

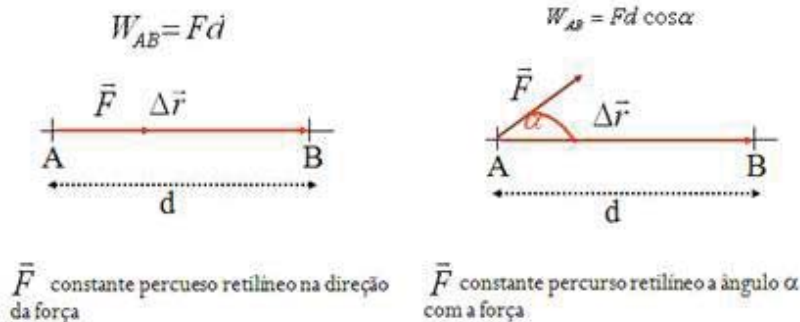


Figura4 – Vetor força e vetor deslocamento.

Unidade de trabalho - SI

$$U (W) = U (F) U (L)$$

(unidade de trabalho) = unidade de força x unidade de comprimento

No Sistema Internacional a unidade de força (U (F)) é 1 newton (1 N) e a do comprimento (U(L)) 1 metro (1 m), portanto:

$$U (W) = 1 \text{ newton} \times 1 \text{ m} = 1 \text{ joule} (1 \text{ J})$$

Exemplo:

1. Pegue seu carrinho e o seu dinamômetro. Em seguida prenda o carrinho no seu dinamômetro e ligue-o. Meça a deformação da mola e calcule a força aplicada pelo motor do carrinho. Deixe o carrinho andar 1m e peça para eles calcularem o trabalho realizado pelo motor do carrinho para fazê-lo percorrer esses 1m.



Figura4A – Medindo a força que um carrinho de pilha exerce sobre uma mola. (Fonte: Minha foto).

Fig.7.3 – Medindo a força que um carrinho de pilha exerce sobre uma mola.

2. Levante o carrinho e deixe sua roda girar livremente. O trabalho realizado sobre a rodinha é zero? Por quê?

Contra-exemplo

1. Encoste o carrinho na parede e deixo ligado por uns 5s. Peça para eles calcularem o trabalho realizado sobre o carrinho.

2. Levante o carrinho e trave a sua roda. O trabalho realizado sobre a rodinha é zero? Por quê?

Questão – Quando eu empurro uma parede imóvel o que acontece com a energia que eu gastei (fiquei suado)?

## TRABALHO E ENERGIA CINÉTICA

Energia cinética é a energia que está associada ao movimento de um corpo. Matematicamente a energia cinética é definida pela equação abaixo:

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

$m$  → massa (kg)

$v$  → velocidade (m/s)

$E_c$  → energia cinética (J = joule)



Figura5 – Carro em movimento.  
(Fonte: google fotos).

Teorema Trabalho-Energia Cinética em sistemas conservativos diz que o trabalho realizado por um corpo, quando não existe mais nenhum tipo de energia, se transforma em energia cinética.

$$W = F_x \cdot d \quad \Delta K = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_0^2$$

Portanto

$$W = \Delta K$$



$W = \text{Positivo} \rightarrow$  Energia cinética aumenta por uma quantidade igual ao trabalho.

$W = \text{Negativo} \rightarrow$  Energia cinética diminui por uma mesma quantidade do trabalho (em valor absoluto).

Exemplo:

1. Pegue um carrinho de fricção e friccione-o várias vezes e solte-o. Porque ele ganhou velocidade?
2. Pegue seu carrinho e ligue-o. Deixe o carrinho andar 1m e meça o tempo que ele gastou e calcule a sua velocidade média. Peça para eles calcularem o trabalho realizado pelo motor do carrinho para fazê-lo sair do repouso e adquirir essa velocidade uniforme.



Figura6 – Homem pulando do trampolim.

## TRABALHO E ENERGIA POTENCIAL

Energia potencial é a energia associada com a posição da partícula. Existe energia potencial gravitacional mesmo no caso de o mergulhador ficar parado na plataforma. Para o saltador chegar até o topo da plataforma de salto ele teve que subir ou ter sido içado até lá. Ele teve que realizar para chegar ao topo da plataforma. A energia física (biológica) que ele gastou foi transformada em energia potencial. Para o saltador ganhar altura ele teve que subir contra a força da gravidade. Quando ele saltar a força da gravidade vai levá-lo até o solo.

Considere um objeto que se comporta como uma partícula e que é parte de um sistema no qual atua uma  $F$  conservativa. Quando esta força realiza  $W$  sobre o objeto, a variação  $\Delta U$  na energia potencial associada ao sistema é o negativo do  $W$ .

$$W = - \Delta U$$

No caso geral onde a força pode variar com a posição

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F(x) dx \quad \text{ou} \quad \Delta U = - \int_{x_i}^{x_f} F(x) dx$$

Que é a definição geral de Energia Potencial.

### ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL

Consideremos uma partícula com massa  $m$  movendo-se verticalmente ao longo de  $y$  (positivo para cima). A medida que a partícula se move do ponto  $y_1$  para  $y_2$  a força gravitacional realiza  $W$  sobre ela.

$$\Delta U = - \int_{y_1}^{y_2} F(y) dy = - \int_{y_1}^{y_2} (-mg) dy = mg \Big|_{y_1}^{y_2} = mg \Delta y$$

Podemos usar configurações de referência na qual a partícula esta em um ponto de referência  $y_1$  que tomamos como  $U = 0$ . Portanto:

$$U(y) = m.g.y$$

Exemplos:

1. Levante o apagador e deixe-o cair. Por que o choque com o chão faz barulho? Por que ele ganha velocidade ao cair?
2. Quando você ergue um apagador do chão quem realiza trabalho, você ou a gravidade? Qual é o papel da gravidade neste evento?
3. Discuta o seguinte evento. Tome um apagador e levante-o até a altura do peito. Agora imagine que você está num prédio de dez andares e você coloca o apagador para o lado de fora da janela à mesma altura do seu peito. Mudou a energia potencial do apagador? Por quê? Quem realizou esse trabalho?

### ENERGIA POTENCIAL ELÁSTICA

Consideremos um sistema massa-mola, com o bloco se movendo na extremidade de uma mola de constante elástica  $k$ . Enquanto o bloco se move do ponto  $x_i$  para o  $x_f$ , a força da mola  $F = -kx$  realiza  $W$  sobre o bloco.

$$\Delta U = - \int_{x_i}^{x_f} F(x) dx = - \int_{x_i}^{x_f} (-kx) dx = kx \Big|_{x_i}^{x_f} = \frac{1}{2} k \Delta x$$

$$\Delta U = \frac{1}{2} kx_f^2 - \frac{1}{2} kx_i^2$$

Escolhendo um valor de referência  $U$  com o bloco na posição  $x$  na qual a mola se encontra relaxado  $x=0$ .

$$U - 0 = \frac{1}{2} kx^2 - 0; \quad U = \frac{1}{2} kx^2$$

Exemplo:

1. Pegue uma tripa de mico e amarre-a a um baldinho. Vá colocando peso e meça a deformação e calcule o seu coeficiente elástico. Calcule a energia potencial elástica armazenada nela quando esticamo-la de 10cm.
2. Coloque 100g nela e calcule a energia potencial armazenada nela.
3. Discuta o princípio de funcionamento de um estilingue e de um arco e flechas.

## CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA

A energia mecânica de um sistema é a soma da energia cinética e potencial dos objetos que compõem o sistema:

$$E_{\text{mec}} = K + U$$

“Em um sistema isolado onde apenas forças conservativas causam variações de energia, a energia cinética e a energia potencial podem variar, mas a sua soma, a energia mecânica  $E_{\text{mec}}$  do sistema, não pode variar”

Exemplos: Física com Hotwheels

1. Pegue uma pista e um carrinho da Hotwheels. Prenda-a na carteira como na figura abaixo. Deixe o carrinho descer e ganhar velocidade. Discuta o PCE.



Figura7 – Criança brincando com pista Hootwheels.  
(Fonte: página da Hootwheels).

2. Como a água sai da rua e chega até a caixa no telhado?
3. Usando o PCE explique em detalhes o funcionamento de um estilingue.
3. Por quê o carrinho não cai no looping?



### COMENTÁRIOS SOBRE AS ATIVIDADES

Não existe uma resposta única para as atividades deixadas aos estudantes. De acordo com o livro que cada um escolheu, haverá uma análise do livro didático. Essa aula é fundamental no sentido de desenvolver um espírito crítico construtivo no aluno. Como um breve guia para suas análises, vamos dar algumas possíveis respostas às questões e atividades:

T1 – As aulas do telecurso do 2º grau são ministradas pela televisão, o material impresso é enviado para as bancas de jornais e eles tem o suporte do SENAI, SESI, FIESP e IRS. [...]



Q1 – Eu gosto de filmes de divulgação científica, mas é difícil de se saber qual é a física envolvida atrás deles. Eu vejo alguns filmes no *YouTube* mas não saberia dizer sobre a sua procedência. Eu li os três primeiros minutos e achei a história do Big-Bang muito interessante. Não consegui entender a física por trás das razões que levaram a acreditar que ele ocorreu. [...]

Q2 - Acho que nós somos muito dependentes do professor. Não conheço ninguém que estuda sem o professor os pais mandarem. [..]

T2 – O meu livro parece um estudo dirigido. Ele começa já descrevendo a teoria, sem uma introdução histórica e da importância do que vai ser ensinado. Ele não se encaixa em nenhum desses projetos porque ele não possui nenhuma atividade experimental para motivar a teoria nem complementar.[...]

T3 – A forma de se apresentar a teoria é muito semelhante. Os exercícios e as questões dos dois são tirados do vestibular. A única diferença marcante é que no livro texto o conteúdo de física é apresentado como uma sequência contínua e na apostila ela está segmentada, em módulos.

T4 – Você deve fazer uma análise sucinta e objetiva do LD. Damos um exemplo abaixo

Livro → título: FÍSICA – História e Cotidiano. Autores: Bonjorno & Clinton.

Capítulo → CAMPO MAGNÉTICO (no seu são os capítulos da mecânica)

- Introdução Histórica → Fraca e muito Ruim.

Exemplo: Os fenômenos magnéticos são conhecidos desde a antiguidade. Nessa época, já se utilizava certas pedras – que tinham a propriedade de atrair pedaços de ferro – na rota das grandes viagens.

Foram os Chineses e os Gregos que exploraram o mundo!!!!

Na sequência eles não fazem nenhuma abordagem da importância que o eletromagnetismo teve na sociedade moderna.



Magnetização → Eles confundem magnetização com material magnético.

Exemplo: Denominamos substâncias magnéticas àquelas que permitem a orientação dos seus ímãs elementares!!!!

Campo Magnético → Denominamos campo magnético a região ao redor de um ímã na qual ocorre um efeito magnético!!!!

- Magnetização induzida e não indução magnética. Pg233

- Questões fáceis.

Campo Magnético criado por correntes magnéticas. →

- Leitura errada da história.

- A descoberta foi acidental.

- As ilustrações são atrativas

- Dedução intuitiva. Legal

- Os mesmos exercícios de sempre.

Cadê a Lei de Faraday???

Exercícios e o Cotidiano →

- Os exercícios são do mesmo tipo do Ramalho.

- Mas a teoria é de chorar.

- Cadê o Cotidiano?

Experimentos →

- Ele apresenta três experimentos muito legais.

- 1. Oersted

- 2. Galvanômetro

- 3. Motor Elétrico

Sites de Ensino de Física → Não cita nenhum Site.

FICHA DE AVALIAÇÃO / PNLEM 2007/6

F Í S I C A

- Código da Obra

- Código do(s) livro(s)

- Código dos Avaliadores

A. PEQUENA DESCRIÇÃO

- Estrutura da obra (indicar as partes componentes do Livro do Aluno e do Livro do Professor)

- Sumário do conteúdo para cada série

B. CRITÉRIOS ELIMINATÓRIOS

- B.1. ASPECTOS SOBRE CORREÇÃO CONCEITUAL

- A obra contém:

- a) Conceitos formulados erroneamente.

- b) Informações básicas erradas e/ou desatualizadas.

- c) Conceitos e informações mobilizadas de modo inadequado.

- (X) Sim

[.....] boa sorte!

## CONCLUSÃO

A escolha do livro didático ou do método de ensino é de fundamental importância para o perfeito andamento do curso de Física. Ao contrário do que se pensava, existem parâmetros objetivos para se fazer uma avaliação do livro didático.

Só conhecendo a história e o contexto em que os livros didáticos foram gerados é que podemos conhecer as razões e os objetivos que nortearam a sua confecção. O aluno deve ter compreendido que os livros didáticos foram projetados para preparar o aluno para o vestibular e não para prepará-lo para ser um cientista. O aluno deve estar se sentindo preparado para fazer a escolha de um livro didático.

Através de mais uma aula, sobre conservação da energia, o aluno deve estar começando a se sentir seguro para usar uma estrutura de aula que não seja aquela tradicional. Ele deve já estar ciente das várias opções disponíveis na literatura e na *web*.

## RESUMO

Apresentamos, aqui, uma breve introdução sobre o estudo do livro didático e as diretrizes do PNL D 2007. Apresentamos um pouco da história dos projetos de ensino de Física e como estes influenciaram na formação dos livros didáticos das décadas de 80 e 90. Terminamos contando um pouco da história do papel dos cursinhos na geração dos métodos de ensino denominados apostilados (Anglo, Positivo, COC, etc). Apresentamos brevemente o PNL D, sem fazer nenhuma crítica sobre ele, e convidamos o nosso aluno a fazer uma análise crítica do livro de física que ele usou no ensino médio.

Como atividade de preparação de aula, estudamos o teorema da conservação da energia com experiências e exercícios para sala de aula.

## REFERÊNCIAS

CINQUENTA ANOS DE ENSINO DE FÍSICA: MUITOS EQUÍVOCOS, ALGUNS ACERTOS E A NECESSIDADE DO RESGATE DO PAPEL DO PROFESSOR

Alberto Gaspar

PNLD - GUIA DE LIVROS DIDÁTICOS - [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12389%3Aguias-do-livro-didatico&catid=318%3Aplnd&Itemid=668](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12389%3Aguias-do-livro-didatico&catid=318%3Aplnd&Itemid=668)

