
DIRETRIZES PARA UMA METODOLOGIA DO ENSINO DE FÍSICA

Genésio Correia Freitas Neto

Departamento de Métodos e Técnicas da Educação – UFPR
Curitiba – PR

Introdução

Há mais de três décadas, um didata argentino, Henrique Loedel, apresentava duas proposições sobre a aprendizagem escolar de Física:

1) se o aluno conseguir refazer as experiências de sala de aula em casa, a assimilação cognitiva dos fenômenos físicos estudados terá sido efetiva;

2) o aprendizado de uma ciência é similar ao de uma nova língua.

A primeira dessas duas é educacionalmente importante, pois a reprodução, em casa, das experiências de uma aula de Física:

a) ajuda a formar o cientista desde a mais tenra idade, desmistificando a idéia de que se deva contar com um laboratório super equipado para desenvolver um ensino eficiente de Física;

b) desperta o estudante para a observação criteriosa e possibilita-lhe extrapolações que poderão, se bem dirigidas, produzir frutos a médio e a longo prazo;

c) cria no aluno o hábito da experimentação no desenvolvimento das suas atividades de aprendizagem;

d) possibilita ao aluno a integração de conhecimentos afins e correlatos.

Da segunda afirmação permite deduzir-se que, se o aprendizado de uma ciência é como o de uma nova língua, os conceitos e termos específicos da Física e da Matemática devem pouco a pouco entrar na vida diária do aluno e, por isso, não podem ser vulgarizados com o objetivo de uma mera memorização escolar.

É interessante notar que as decorrências das proposições enfocadas, de mais de trinta anos atrás, são hoje referidas como novidade

didática — por exemplo, o uso de materiais de sucata nas aulas, o ensino de Física por meio de experiências etc.

Nessa linha de inovação do ensino escolar de Física, pode-se ter como um pressuposto operacional a utilização de material de fácil obtenção para as experiências de aprendizagem. São encontrados atualmente trabalhos notáveis nesse sentido: *Santos Diez Arribas com sua “mala”*; *professores do Departamento de Física da USP e seus canudinhos de refresco, fios de nylon* etc. Estes e outros têm o mérito da iniciativa e da pesquisa, além de fundamentados na História e Filosofia da Ciência, na Metodologia e Prática de Ensino, mas fazem pressupor, por parte dos professores que deles se poderão servir, qualidades e condições nem sempre comuns.

Com a implantação do Laboratório de Ensino e Aprendizagem de Matemática e Ciências Físicas e Biológicas, no Setor de Educação da UFPR, foi possível identificar entre os professores contatados uma tradição de um ensino metodologicamente fechado e, mesmo com materiais suficientes, preparo e treinamento de desempenhos diferenciados, permanece a tendência de um ensino puramente expositivo. Deve-se, no entanto, reconhecer a importância dos materiais, com sua força incentivadora e a riqueza de possibilidades didáticas que oferecem. Assim, o exemplo do pêndulo duplo (dois corpos) é valioso no estudo da lei de Coulomb, da decomposição de força, em trigonometria etc. Mas tudo isso pode ser perdido por ações mal conduzidas pelo do professor.

Do exposto nos dois últimos parágrafos segue-se a necessidade de diretrizes metodológicas que mudem a atitude e a ação do aluno diante dos materiais de aprendizagem, de modo que ele possa decidir-se inteligentemente e deixe de seguir simples receitas. Esses materiais devem, basicamente, assegurar ao aprendiz momentos de reflexão para tomada de decisões. Deste modo, o aluno saberá quando pode ou deve generalizar uma conclusão, ou não. Em outras palavras, o importante é que os materiais utilizados dêem ao aluno segurança na condução experimental das tarefas de aprendizagem.

Uma proposta metodológica

A proposta desenvolvida a seguir visa apoiar o professor na organização da situação de ensino e baseia-se nas séries metódicas do ensino profissionalizante do SENAI. Nas escolas desse sistema, porém, tal metodologia não se aplica ao ensino de conteúdos típicos dos programas

curriculares da escola formal, mas no treinamento ou preparação dos alunos em ocupações profissionais.

A objeção de que a criatividade do professor e do aluno ficaria limitada por uma metodologia de organização da situação de ensino decorre, seja permitido dizê-lo, do desconhecimento das vantagens de uma condução ordenada das atividades de aprendizagem; com efeito, a previsão detalhada das experiências a serem desenvolvidas permite ao professor atender melhor às características individuais de cada estudante, ajudando-o a explorar suas próprias potencialidades. Não tem consistência, igualmente, a afirmação de que o trabalho do professor aumentará se ele favorecer a diferenciação dos níveis de desempenho dos alunos de uma mesma turma, pois: a) como é difícil e artificial a formação de turmas homogêneas de alunos, seria apenas mais fácil ou educacionalmente recomendável nivelá-los “por baixo”?; e b) aceitando a realidade das turmas e adotando uma estratégia de trabalho operacionalmente programado, o professor possibilitará aos alunos mais dotados um progresso mais rápido e aprofundamento de conhecimentos, sem prejudicar aqueles de ritmo mais lento na aprendizagem.

A questão de uma metodologia ser válida ou não, portanto, não se põe em termos de preferências ou posições descompromissadas, mas a partir da avaliação dos resultados de aprendizagem por parte dos alunos de diferentes níveis iniciais e condições individuais de progresso. Daí que, em sua implementação concreta, a validade de uma metodologia de ensino deriva-se da ação do professor, sob as dimensões de planejamento prévio, execução efetiva do plano adotado e avaliação dos processos (incluindo materiais e recursos) e dos resultados de aprendizagem alcançados pelos grupos de alunos.

Diretivas básicas

Pode-se presumir que, em suas origens, o ato de ensinar envolvia alguém que sabia uma arte ou um ofício e procurava transmitir esse conhecimento a outro, sendo válido supor-se que: 1) o aprendiz teria um motivo para aprender o que lhe era ensinado; 2) o aprendiz já havia observado o artesão executando a tarefa ou o serviço em ritmo normal, com habilidade modelar; e 3) o material necessário para a execução da tarefa de aprendizagem seria o mesmo utilizado no trabalho rotineiro do artesão. A partir dessa visão, originária dos atos de ensinar e aprender, pode-se levantar algumas normas orientadoras que poderão ser tomadas como

pressupostos de uma metodologia inovadora para o ensino e aprendizagem escolares de Física.

1. Clareza de orientação: É fundamental que o aluno, antes de iniciar uma atividade ou tarefa, tenha uma compreensão sobre:

- a) o que deverá fazer;
- b) como poderá fazê-lo;
- c) quando fazê-lo;
- d) com que fazê-lo (desde os conhecimentos teóricos correlatos até os materiais ou recursos envolvidos).

2. Adequação de materiais e recursos, isto é:

a) que sejam simples e apropriados aos fins a que se destinam;

b) que sejam variados, para que não ocorra vinculação — na percepção do estudante — entre conceitos e algum material típico;

c) que façam parte, na medida do possível, da realidade cotidiana do aluno; por exemplo, um interruptor elétrico deve ser aquele já conhecido pelo estudante em sua casa, no automóvel etc., e assim com os demais componentes eletro-eletrônicos que estejam em utilização numa dada experiência de aprendizagem;

d) que possibilitem operações que desenvolvam habilidades de aplicação habitual, comum — deixando-se de lado qualquer artificialismo técnico até que o aprendiz tenha dominado as técnicas simples e básicas de uma dada área de atividade; por exemplo, numa experiência com fiação elétrica, o aluno deverá inicialmente saber descascar um condutor elétrico, emendá-lo e isolá-lo novamente, antes de passar a manipular conectores de pronto uso.

3. Seleção e organização dos conteúdos de aprendizagem: O professor deverá selecionar previamente os conhecimentos imediatos e mediatos a serem desenvolvidos pelo aluno, organizando-os numa cadeia seqüencial de pré-requisitos, de modo que lhe seja possível acompanhar os passos ou etapas da aprendizagem prevista e identificar os conhecimentos que possam ser exigidos paralela ou complementarmente pela utilização de algum material no decorrer de uma experiência.

4. Contextualização integrativa: O estudo dos fenômenos físicos envolvidos numa experiência de aprendizagem deve abranger uma suficiente referência ao contexto histórico da exploração científica e técnica desses fenômenos, bem como desenvolver os conceitos pertinentes e propiciar as possíveis aplicações práticas — facilitando ao aluno a experiência de uma compreensão integrada das informações históricas, dos con-

ceitos específicos e das atividades de aplicação; quando do uso de modelos, nas experiências, sua utilização como estratégia de aprendizagem deve ficar clara ao aluno, para evitar-se que eles fechem a possibilidade de se buscar outras alternativas na solução dos problemas.

Análise ocupacional e quadros referenciais

Um dos pontos-chave desta metodologia está em que ela é iniciada com uma pesquisa de mercado. Não tem sentido, com efeito, formar alguém para uma ocupação que não exista numa dada sociedade. Assim, com base nos dados levantados, são propostas tarefas ou atividades típicas de uma ocupação profissional, ou seja, a estrutura do curso decorre da realidade observada e avaliada — em termos de demandas específicas do consumo de bens e serviços.

O rol das atividades típicas deve ser organizado em ordem crescente de dificuldade, obedecendo a uma cadeia de pré-requisitos. Deve-se, também, analisar cuidadosamente as atividades, verificando se cabe em algum caso uni-las ou desmembrá-las. Como um referencial desejável, cada série metódica ou unidade de trabalho deveria conter de dez a doze atividades. Cada uma delas, por sua vez, subdivide-se em operações. Uma operação é um conjunto de procedimentos elementares e que, reunidos, formam uma ação. Por exemplo, num estudo de eletrostática, pode-se, entre outras, prever as seguintes atividades:

- 1) montar o pêndulo eletrostático;
- 2) construir um eletroscópio;
- 3) eletrizar um corpo por atrito.

A atividade nº 1, por exemplo, compõe-se de operações como:

- a) construir uma base estável;
- b) construir o suporte;
- c) montar a haste no suporte.

Na previsão das atividades deve-se considerar, na linha das diretivas já apresentadas, duas orientações básicas:

- 1) propiciar ao aluno condições de trabalho manual;
- 2) possibilitar-lhe iniciar o processo de aprendizagem com uma atividade simples, que exija — como um referencial — o máximo de cinco operações novas; esse critério poderá ser seguido no restante da série de atividades.

ATIVIDADES	Quadro analítico	
	CONHECIMENTOS IMEDIATOS	CONHECIMENTOS MEDIATOS
1) construir um pêndulo eletrostático	1) materiais condutores e isolantes elétricos	1) condutores elétricos: -características e propriedades -estrutura atômica 2) isolantes elétricos: -idem supra
2) construir um eletroscópio	2) carga elétrica	3) a Eletrostática através da História

Quadro de programa

Operações							
Atividades	construção de base estável	construção de suporte para o pêndulo	fixação da haste com o pêndulo	construção de placa com corpo de prova	atrito com diferentes tipos de bastões	verificação de corpos eletrizados	
1) construir o pêndulo eletrostático	■	■	■				
2) construir o eletroscópio	●	●		■			etc.
3) eletrizar um corpo por atrito	●	●	●	●	■	■	

■ = operação nova

Para que o professor tenha condições de prever e desenvolver com maior eficácia os exercícios de aprendizagem dos alunos, é conveniente que ele elabore dois quadros referenciais:

1) um analítico: que possibilita a análise dos conteúdos de conhecimentos técnicos, imediatos e mediatos;

2) outro de programa: que relaciona as atividades e as operações, formando a cadeia dos pré-requisitos.

Na prática, esses quadros, o analítico e o de programa podem evoluir e passar por modificações durante as suas aplicações.

Organização operacional

Uma unidade de trabalho compõe-se de diversas atividades de operações. Tem-se de levar em conta os conteúdos correlatos (imediatos e mediatos) e também a avaliação. Para tanto, organiza-se o trabalho em:

1) folhas de atividades: pelas quais o aluno deverá conscientizar-se do que fazer, com que fazê-lo e porque fazê-lo;

2) folhas de operações: destinadas a informar ao aluno como e quando fazer algo;

3) folhas de informações: Estas darão ao estudante os conteúdos e as técnicas necessárias para o conhecimento dos materiais que vai empregar, assim como a(s) teoria(s) envolvida(s) no trabalho;

4) questionários: Têm o objetivo de avaliar o conhecimento técnico e teórico assimilado pelo aluno.

As folhas e os questionários são planejados e elaborados pelo professor. Ao aluno cabe fazer o roteiro de atividades, compreendendo:

1) sucessão de operações;

2) diagramas e/ou gráficos que expliquem o desenvolvimento de atividades;

3) seleção e organização de recursos e/ou materiais;

4) respostas aos questionários.

Terminada a confecção do roteiro, professor e alunos o examinam e verificam se há condições de execução da tarefa seguindo esses passos. Os problemas normalmente detectados são de ordenação lógica das operações e esquecimento de materiais ou instrumentos.

Seqüência processual

Para realizar a atividade são cumpridas as seguintes etapas:

a) entrega do material escrito: Folhas de atividades, de operações, de informações; formulários para o questionário e plano de atividades;

- b) leitura silenciosa do material pelo aluno (pode ser realizada com os alunos em grupos);
- c) comentário sobre a atividade como um todo - quando o professor deverá demonstrar todas as operações novas;
- d) releitura feita pelo aluno do material e a montagem de seu plano;
- e) análise dos planos (individuais ou grupais);
- f) execução da tarefa;
- g) avaliação (hétero e auto-avaliação).

Ao longo do desenvolvimento de uma unidade de trabalho, o professor conduz uma análise e uma avaliação imediatas desta.

A seguir são explicitadas as fases processuais da metodologia proposta.

Primeira fase: leitura do material

O professor organiza seus alunos da maneira mais conveniente, em grupos ou individualmente. Segundo as características do material, o aluno deverá de imediato saber o que, como, quando e com que realizar a(s) atividade(s) prevista(s).

Um aspecto extremamente importante nesse processo é a localização da atividade pelo aluno, a qual ele executará no contexto da disciplina (no caso, a Física), para que a relacione com sua vida diária (verificando as implicações tecnológicas do conhecimento, como originou-se e a que levará tal conhecimento).

Segunda fase: demonstração

Em vista do que tiver sido feito na fase anterior, o professor deve dialogar com os alunos, procurando sondar o grau de seus conhecimentos e ampliá-los criteriosamente. A demonstração, nesse sentido, é fato didático-pedagógico importante e não deve ser dispensada, compreendendo as seguintes etapas:

1) desenvolvimento da operação em situação normal, exatamente como seria feita pelo maior entendido no assunto. Tal atitude é necessária para dar ao aluno uma noção precisa do tempo de execução da operação. Por exemplo, se esta for a eletrização de um corpo por contato, o professor atrita o bastão, aproxima-o do corpo de prova e produz o efeito visado;

2) repetição da operação em ritmo lento, pausado, com análise e explicação de cada passo; o professor repete ainda algum passo, conforme julgar necessário, e comenta os resultados;

3) análise, feita pelo professor, do desempenho dos alunos e correção dos seus eventuais erros;

4) se houver necessidade, o professor refaz a operação toda.

A esta altura, pode-se prever uma nova objeção à metodologia em foco, no sentido de que o estudante estará recebendo tudo “de mão beijada”.

No entanto, considere-se que:

a) cada operação faz parte de uma atividade e, por meio de uma operação, o aluno aprende o suficiente para realizar a experiência prevista; se esta for, por exemplo, demonstrar a lei de Coulomb, o estudante aprende apenas a carregar eletricamente um corpo;

b) tal metodologia libera o professor para utilizar um plano de experiência, que poderá ser de um dos seguintes tipos:

1) comprovação simples;

2) redescoberta;

3) comprovação induzida;

4) um outro método heurístico à escolha do professor;

c) o aluno tem participação ativa em qualquer fase do processo, vivenciando momentos de tomada de decisões, de indução de resultados, etc.

Assim, pois, não se evidencia na metodologia proposta nenhuma característica tolhedora do raciocínio do aluno ou que limite seu envolvimento ativo nas experiências de aprendizagem.

Terceira fase: execução da tarefa

O aluno tem seu plano, conhecimento do que vai fazer e de como fazê-lo. O professor deve tão somente, nesta fase, observar e orientar o desenvolvimento do trabalho.

Quarta fase: avaliação

O professor deverá possibilitar aos alunos um exercício de auto-avaliação, além de considerar — ele próprio — as atitudes de cada aluno e formar um julgamento sobre o conhecimento demonstrado. Com

base nos resultados de aprendizagem alcançados pelos aprendizes, o professor avalia seu plano de trabalho e os materiais utilizados.

Os alunos que completarem a atividade planejada mais cedo que os outros poderão receber as folhas de conhecimentos mediatos ou serem orientados a uma bibliografia de apoio ou, ainda, auxiliar os colegas com mais dificuldades de aprendizagem.

Orientações para a elaboração das folhas operacionais

Folha de atividades

O objetivo desta folha é indicar ao aluno a seqüência do trabalho a executar. Ela deve conter:

a) título: em linguagem simples, permitindo ao aluno compreender de imediato o que fazer;

b) ilustração: que represente uma vista global ou de conjunto das tarefas. Deve, na medida do possível, configurar a fase sincrética das atividades;

c) ordem de execução: no imperativo, retrata a parte analítica das atividades. Deve dar a seqüência lógica da execução e mencionar a cada etapa, se necessário, as folhas de operações e de informações, para o aluno consultá-las na realização das tarefas;

d) material e equipamento: São indicados todos os materiais (ferramentas, utensílios, aparelhos etc.) que serão utilizados na realização das tarefas;

e) rotulação da folha: Título, a ocupação, tempo de execução, referência da folha, número de ordem, sigla, nome ou logotipo da instituição.

Folha de operações

Seu objetivo é dar o processo correto de execução da operação, decompondo-a em passos e sub-passos, se for o caso. Compõem-se de:

a) título: Nome completo da operação, usando-se um verbo de ação como termo básico;

b) introdução: que esclarece o título de modo sucinto, apresentando os objetivos da operação e, fundamentalmente, as aplicações

práticas; deve conter uma ilustração dinâmica que expresse uma idéia sin-crética da operação;

c) processo de execução: que detalha analiticamente os passos de execução da operação, contendo ilustrações para facilitar ao aluno a compreensão do texto escrito. Recomenda-se destacar em cada passo qualquer observação (destaque ou ponto-chave) que, se não considerada, poderá prejudicar todo o andamento da operação; igualmente, valorize-se uma atitude de precaução, para que sejam evitados quaisquer acidentes possíveis;

d) notas: Esta parte pode conter observações de caráter geral;

e) questionário: Visa comprovar se o aluno executou corretamente a ordem de execução da operação. A critério do elaborador, pode ser suprimido da folha de operações.

Folha de informações

Esta folha deve ser planejada cuidadosamente, em vista dos conhecimentos a serem relacionados; para tanto, será útil discutir uma versão prévia desta com outros colegas ou pessoas capacitadas.

1- Redação:

- itens bem coordenados;
- apresentação dos conteúdos em uma seqüência de níveis de dificuldade;
- assuntos compreensíveis ao aluno e com explicações claras;
- linguagem simples, clara e concisa;
- exemplos suficientes para o esclarecimento do tema;
- estilo e arranjo textual de modo a despertar o leitor (aluno) para uma leitura total da folha.

2- Ilustrações:

- somente aquelas que representam uma ajuda à compreensão do texto;
- para indicar os elementos na ilustração, se estes forem poucos, os nomes devem ser colocados na própria figura; se forem muitos, sejam utilizados números ou letras sobre eles; devem aparecer com uma chave de nomenclatura abaixo da ilustração, ao final da folha ou, se necessário, em folha à parte.

3- Estrutura: Deve atender a três aspectos de ordem didático-pedagógica:

- síntese: percepção mais ou menos confusa do todo
- análise: etapa de decomposição do todo em partes (processo de assimilação);
- síntese: etapa de recomposição do todo (processo de acomodação).

Conclusão

Fazer uma proposta metodológica para o ensino de Física implica na necessidade de se atender às tendências da educação científica no Brasil. Neste trabalho fez-se uma retomada da metodologia adotada no ensino profissionalizante. As duas situações de ensino, o profissionalizante e o ordinário — regular ou supletivo — são completamente diferentes. A aplicabilidade da proposta desenvolvida prende-se a dois aspectos:

- a) à necessidade de uma organização da situação de ensino;
- e
- b) à interdisciplinaridade e a não-linearidade dos programas curriculares.

Organizar o ensino não acarreta necessariamente dar receitas, mas, sim, prever por planejamento as atividades dos alunos, do professor, os recursos e, o mais importante, fazer com que o estudante elabore seu plano de experiências e relatório -vivenciando a observação, formulação e seleção de hipóteses, o experimento, a indução, a dedução e conclusão.

A proposta de não-linearidade dos programas curriculares está vinculada à dificuldade da integração das matérias de ensino, em sua constituição formal na escola tradicional. Particularmente, os professores de Matemática e de Física ministram os mesmos conteúdos ao mesmo tempo, mas com métodos e enfoques diferentes - e não são todos os alunos que conseguem aperceber-se dos fatos. Qualquer tentativa de se resolver essas questões demanda uma reformulação de programas curriculares; entretanto, nem na Matemática nem na Física alguém está disposto a ceder algo da prática estabelecida. Via de regra, as dificuldades de aprendizado de Física decorrem da falta de conhecimentos matemáticos correlatos. Daí, cada unidade de trabalho na Física deveria incorporar a previsão dos conhecimentos matemáticos necessários, em nível imediato ou mediato, figurando como pré-requisitos na programação interna da unidade. Por outro lado, a inter-

disciplinaridade e a transdisciplinaridade são também quase que conseqüências desta metodologia em consideração.

Em suma, a intenção subjacente ao presente trabalho foi a de apontar uma metodologia de ensino da Física que exige muita organização e coerência interna, demandando do professor que ele desenvolva um conjunto de hábitos e atitudes conducentes ao planejamento, à execução, à avaliação e ao registro de todas as atividades operacionais. Nesta linha de proposta metodológica, professores e alunos poderão encontrar caminhos de interesse e criatividade que venham a contribuir significativamente para a inovação da educação científica escolar, senão para o avanço da própria Ciência.

Referências bibliográficas

1. ALCÂNTARA, A.; MEDEIROS, W. Elaboração de séries metódicas ocupacionais. Rio de Janeiro: SENAI, 1974.
2. ALCÂNTARA, A. Aplicação de séries metódicas ocupacionais. Rio de Janeiro: SENAI, 1973.
3. Análisis ocupacional. Dirección de Programación y Servicios Técnicos, INCE, Venezuela, 1973.
4. ARRIBAS, S. D. Instrumentação científica, conteúdos de Física. Passo Fundo: Gráfica e Editora da UPF, 1983.
5. LOEDEL, E. Enseñanza de la Física. Buenos Aires: Kapelusz, 1957.