

PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA

ENTENDIMENTO DE CONCEITOS E CAPACIDADE DE PENSAMENTO FORMAL

JESUINA L.A. PACCA

Instituto de Física - USP

O ensino de uma ciência constitui atualmente um sério problema para os educadores em geral. Já no nível do 2º grau ou mesmo na Universidade nota-se que o conhecimento dos estudantes é bastante falho, ao mesmo tempo que existe uma grande dificuldade para entender o que é ensinado. No dia-a-dia do professor ele se depara com conceitos errados, fórmulas sem sentido que parecem simplesmente decoradas, afirmações irreais que denotam falta de sensibilidade física e outras ocorrências desse tipo nos trabalhos dos alunos.

Como conseqüência da preocupação com esses problemas apareceram, a partir de 1960, propostas de ensino⁽¹⁾ trazendo novos textos e materiais didáticos com abordagens diversas, novas metodologias visando a interação professor-aluno mais ativa, bem como promovendo interação entre grupos de alunos para favorecer a aprendizagem.

Nessas várias propostas, entretanto, pouco transparece a preocupação com um conhecimento melhor a respeito do que o aluno pensa realmente sobre os conceitos da ciência que ele estuda e a respeito da sua capacidade de elaborar informações através de operações e relações mentais. A consideração da forma de entendimento dos conceitos da ciência, às vezes falha ou incompleta, e da qualidade do raciocínio de que os alunos são capazes, como fatores que expliquem as ocorrências negativas, seria, a meu ver, o caminho para se chegar a propostas que visem a eliminar aqueles problemas; ao contrário, atribuí-los simplesmente aos métodos ou materiais de ensino contribuiria para manter as conceituações erradas mascarando-as por uma falsa formalização sem significado físico e que nada tem a ver com a capacidade real de pensar do aluno.

Procurar compreender o que o aluno pensou ao dar determinada resposta para um problema, leva a uma mudança de postura do professor em relação à avaliação de conhecimento e, então, a um modo adequado de transmitir um conhecimento novo: em vez de simplesmente assinalar os erros e descontar pontos da nota é saber, desses erros, extrair informações a respeito da caracterização do conceito tal como está sendo utilizado ou pensado pelo aluno e, daí, partir para uma

reelaboração e ampliação desse conhecimento.

No momento atual da pesquisa em ensino de ciências parece-me importante e útil separar, na situação de aprendizagem, aquilo que diz respeito ao entendimento de conceitos, do que se relaciona à capacidade de operar formalmente. De fato, não me parece correto concluir que, por errar um problema que trata com conceito de volume, o aluno não tem ainda a "conservação do volume" e portanto não atingiu o nível de pensamento concreto e muito menos formal como caracterizado no modelo piagetiano. Outra falha de conhecimento pode estar produzindo tal erro. Um outro exemplo interessante em que não ocorre tal separação aparece quando se pergunta a um estudante sobre o peso total de três blocos (como, por exemplo, nas pesquisas piagetianas), quando estes são empilhados ou quando são espalhados sobre o prato de uma balança: aparecem respostas que, numa conclusão imediata, levariam a dizer que tais estudantes não têm a conservação do peso; entretanto, continuando a questionar o indivíduo que deu essa resposta, descobre-se que ele apresenta uma idéia do tipo intuitivo a respeito do funcionamento da gravidade.

A aquisição de certos conceitos básicos pelo indivíduo, especialmente os conceitos da física, faz-se à custa da experiência diária; nesse processo que é baseado principalmente na sensibilidade imediata, a caracterização dos conceitos muitas vezes não concorda com a formalização do mesmo conteúdo feita pelos físicos. Os conceitos assim estruturados levam a erros quando aplicados para resolver certos problemas e se constituem no que tem sido chamado de conceitos intuitivos ou espontâneos.

Mais do que ao conhecimento de conceitos em qualquer nível de elaboração, as estruturas piagetianas referem-se à capacidade de efetuar certas operações e de estabelecer relações entre as variáveis de um problema.

Mudar a maneira de avaliar o aluno tendo em vista produzir um conhecimento autêntico e significativo seria olhar suas respostas com dois focos: um, na capacidade de elaborar informações e operar com elas; outro, na qualidade do conteúdo conceitual que está sendo utilizado.

Uma situação de ensino deveria produzir alterações positivas em ambos os focos. As estruturas mentais deveriam progredir para níveis de qualidade superior, aumentando seu potencial, sem que, necessariamente, as estruturas anteriores fossem eliminadas, mas sim transformadas em direção ao nível formal. Os modelos físicos e os conceitos deveriam ser cada vez mais abrangentes e precisos, não significando com isto que as primeiras caracterizações fossem elimina-

das, mas, ao contrário, os conteúdos conceituais deveriam ser reelaborados adquirindo abrangência e precisão. A tendência deve ser a final uma maior capacidade para resolver problemas.

Com relação às concepções chamadas intuitivas que se verificam entre os estudantes, há um exemplo interessante em favor da reelaboração dos conceitos em vez da sua rejeição pura e simples, quando se quer ensinar a física. Uma idéia intuitiva, relativa ao conceito de tempo que não se aplica à mecânica clássica pode ser parcialmente adequada para o ensino da Relatividade: é o caso da concepção apresentada por estudantes do 2º grau, quando consideram um intervalo de tempo dependente da situação do observador⁽⁵⁾.

Acredito mesmo que essas duas maneiras de olhar o aprendizado podem ter uma certa independência, considerando que conceitos com uma caracterização ainda intuitiva podem ser aplicados de forma lógica e coerente, do ponto de vista das operações de pensamento, assim como o conhecimento de alguns conceitos mais elaborados e traduzidos numa representação algébrica formal não garante a capacidade de operar com eles em qualquer situação.

Entretanto, parece que há uma certa assimetria na correspondência entre esses dois focos: a primeira relação apontada acima é bastante comum e muitas das pesquisas que se desenvolvem atualmente sobre conceitos intuitivos mostra que a correção dos raciocínios formais não está em jogo (de acordo com a caracterização piagetiana); a segunda não, deve-se ressaltar os casos de conceitos abstratos que são traduzidos por modelos matemáticos complexos que exigem níveis superiores de operações mentais para sua própria construção.

Para Piaget⁽²⁾, o último estágio do conhecimento humano é o pensamento formal do ponto de vista do estruturalmente possível; o nível imediatamente anterior corresponde ao formal materialmente possível que consiste na capacidade de aplicar as estruturas do pensamento formal em presença de uma certa realidade do dado.

Isto concorda com Vigotsky⁽³⁾ quando afirma que o aluno é capaz de aplicar um conceito corretamente antes mesmo de ser capaz de defini-lo, o que, me parece, significa dizer, interpretando Piaget⁽⁴⁾, que a aplicação de um conceito se situa num plano material.

Considerando então a existência desses dois modos de olhar o conhecimento, a Escola funcionaria construindo ambos: o mais geral, caracterizado pelo modelo piagetiano de estruturas de pensamento, recebendo contribuições de todas as disciplinas além de outros fatores como interação social, afetiva, cultural, etc.; paralelamente, o conhecimento mais restrito, que compõe o quadro de conceitos de uma determinada área, recebendo contribuições principalmente da dis

ciplina particular.

O que avaliar então numa prova de física? O conhecimento visto das duas maneiras; mas o professor deve necessariamente intervir diretamente no que se refere ao conteúdo específico de sua matéria e nisto sua responsabilidade é total.

Há, por parte dos professores, uma queixa constante de que os alunos decoram fórmulas para resolver problemas sem saber o que elas significam realmente. Na verdade, a aplicação da fórmula, muitas vezes, exige apenas a decodificação das informações dadas no problema, seguida de operações puramente algébricas. Isto leva a acertar mas não significa conhecer o conceito; é possível seguir os mesmos passos algebricamente corretos, tendo um conhecimento intuitivo do conteúdo do problema.

Entretanto, existem alguns problemas que fazem apelo ao conhecimento do conceito em nível de maior profundidade em suas características que não são dadas diretamente pela fórmula e aqui o aluno tem que utilizar a caracterização do conceito de que ele dispõe e que pode ser uma forma intuitiva construída a partir da sua experiência diária. Neste caso o modelo da realidade resolve alguns problemas mas não é suficiente para situações mais gerais sem perder a coerência e então o aluno erra o problema.

Na verdade esses modelos intuitivos ⁽⁵⁾ são carentes de uma caracterização mais completa que os capacite a resolver todos os problemas de modo coerente, isto porque eles se aplicam a algumas situações e mostram somente algumas das suas propriedades dependendo da situação em que são utilizados.

Cabe portanto ao professor, na sua programação de curso, colocar problemas que propiciem a utilização dos conceitos na sua caracterização mais ampla e garantir a aplicação dos conceitos num grande número de situações reais, ressaltando todas as suas qualidades essenciais e a coerência do modelo adotado nas diferentes situações.

O professor deve também considerar o potencial de raciocínio do aluno que lhe deve dar capacidade de relacionar as variáveis do problema e estabelecer as correspondências funcionais necessárias. Não se pode esquecer, evidentemente, que o próprio conteúdo da disciplina também contribui para o desenvolvimento desse potencial de raciocínio.

De qualquer maneira, a utilização do conceito em situações variadas deve favorecer o estabelecimento e a compreensão do modelo matemático que o representa. Em alguns casos mais simples, os modelos intuitivos podem ser suficientes. Ter consciência disto ajuda a construir os modelos definitivos que constituem a ciência em estu

do. Cabe ao professor apresentar situações em que o modelo intuitivo, provisório, não se aplique e procurar transformá-lo, no sentido de resolver o problema novo, mantendo coerência e, ao mesmo tempo servindo também aos problemas anteriores.

Pode-se perceber de tudo isto que, conhecer uma fórmula decor não basta, se não estiver claro o contexto em que ela se aplica e no qual tem significado físico. Geralmente um certo número de parâmetros, escolhidos convenientemente de acordo com a dependência entre eles e obedecendo a leis físicas, compõem uma "fórmula" de física e a situação desses parâmetros não está completamente explícita na fórmula. Isto leva, muitas vezes, o aluno a utilizar uma fórmula juntamente com conceituações intuitivas das mesmas variáveis que ela relaciona.

Para o ensino efetivo do conteúdo de uma ciência com seus conceitos e modelos formalizados é importante saber o que os alunos têm como conhecimento desse conteúdo, saber o que eles pensam sobre os conceitos a serem ensinados além de levar em conta sua capacidade de pensamento estruturado.

Os conceitos "errados" que os alunos apresentam devem ser reelaborados em vez de ignorados, mesmo porque, de certa forma, eles resolvem problemas de maneira lógica, embora num conjunto muito restrito de situações.

Quanto a este ponto em discussão, é importante que o professor tenha domínio do conteúdo a ser ensinado e muito pode ser feito para melhorar o ensino de ciências com a preocupação voltada para o aluno. Do professor espera-se uma mudança de postura nas situações de avaliação do conhecimento dos alunos e a atualização contínua do seu conhecimento.

Os cursos de extensão universitária, para os professores atuais, e os cursos de licenciatura, para os professores em formação, são os locais adequados para tratar do conteúdo específico da disciplina, cujo conhecimento específico em profundidade é fundamental para capacitá-lo a trabalhar dentro dessa visão do ensino da ciência.

REFERÊNCIAS

- (1) PSSC - Physics, D.C. Heath & Co., Boston, 1969.
PEF - Projeto de Ensino de Física, MEC/FENAME/IFUSP, 1974.
FAI - Física Auto Instrutiva, GETEF, Saraiva, 1973.
- (2) J. Piaget & B. Inhelder, "Da lógica da criança à lógica do adolescente", Bibl. Pioneira de Ciências Sociais, 1976.
- (3) L.S. Vygotsky, "Linguagem e Pensamento", Antídoto, Lisboa, 1978.

- (4) J. Piaget & B. Inhelder, "A psicologia da criança", Difusão Editorial S/A., São Paulo, 1982.
- (5) Sobre raciocínio espontâneo existem vários artigos recentes; entre eles:
- L. Viennot, "Spontaneous reasoning in elementary dynamics", Eur. J. Sci. Educ. 1(2) 205-221 (1979).
 - E. Saltiel & J.L. Malgrange, "'Spontaneous' ways of reasoning in elementary kinematics", Eur. J. Sci. Educ. 1, 73-80 (1980).
 - J.K. Gilbert; D.M. Watts & R.J. Osborne, "Students conceptions of ideas in mechanics", Phys. Educ. 17, 62 (1982).
 - A. Villani; J.L.A. Pacca & Y. Hosoume, "Concepção espontânea sobre movimento". Publicações IFUSP/P-488.
 - A. Villani et al, "Analisando o ensino de física: contribuições de pesquisas com enfoques diferentes", Rev. Ens. Fís., vol. 4, dezembro/1982.
 - A. Zylbersztajn, "Concepções espontâneas em física: exemplos em dinâmica e implicações para o ensino", Rev. Ens. Fís., vol. 5 nº 2, dezembro/1983.