
ENSINO DE FÍSICA: PARA REPENSAR ALGUMAS CONCEPÇÕES

Maria José P.M. de Almeida
Faculdade de Educação
UNICAMP
Campinas-SP

Numa tentativa de recuperar como algumas idéias se manifestaram no ensino da física em grau médio no Brasil, procurei anteriormente identificar quais têm sido os papéis atribuídos ao professor; concluí que “... *manifestações de julgamento de valor sobre seu trabalho parecem transformar problemas educacionais numa questão dependente apenas da sua vontade*”⁽¹⁾. A importância da atuação docente na mediação do conhecimento físico é reconhecida, pois em todas as propostas de inovação podem ser percebidas expectativas quanto a desempenhos do professor. No entanto, o que se espera que ele faça vai sendo modificado, e as concepções que subentendem as ações desejadas quase nunca são claramente explicitadas.

Diferentes tendências pedagógicas e visões de ciência se sucedem na influência que exercem sobre temas e maneiras de pesquisar, e sobre projetos de ensino e propostas curriculares. Mas, geralmente, apenas são divulgados no meio docente os resultados esperados como conseqüência da interação escolar e as recomendações didáticas, indicando maneiras como o professor deverá atuar. Nem sempre se situa e avalia a importância de seus conhecimentos e concepções de ensino e ciência.

Condições sócio-históricas e processos de pensamento envolvidos na construção do saber científico são, às vezes, incorporados no processo de difusão de materiais instrucionais, mas, raramente, se contrapõem visões alternativas. A colocação em xeque, neste texto, de algumas concepções relativas ao pensamento pedagógico, no que se refere ao ensino da física, tem por finalidade contribuir para que elas sejam debatidas.

I. Como ponto de partida: o manual didático

Dificilmente uma discussão sobre ensino no sistema educacional brasileiro pode omitir a influência do manual didático. Já há alguns anos na berlinda, podemos encontrar tanto recomendações para que seja utilizado ⁽²⁾, quanto críticas ao seu uso ⁽³⁾. E, embora nos últimos anos as críticas tenham se acentuado, notamos

que, pelo menos no que se refere ao ensino da física, sua utilização não parece ter diminuído.

A afirmação de Kuhn de que *“a característica mais extraordinária da educação científica, característica que é levada a um ponto desconhecido noutros campos de atividade criativa, seja a de se fazer através de manuais, obras escritas especialmente para estudantes”*⁽⁴⁾ encontra sua constatação em qualquer curso de graduação em física, ou em todos os cursos nos quais essa disciplina faz parte do currículo.

No segundo grau, mesmo quando o professor não adota determinado manual, este exerce sua influência na maneira como as aulas são ministradas, na seleção de exercícios e na seqüência dos conteúdos a serem trabalhados.

Nos manuais, os resultados obtidos pela comunidade científica são apresentados ao estudante na forma de definições formais, enunciados de leis e princípios e cálculos de exercícios pensados para condições ideais. Muitas vezes, no prefácio ou no primeiro capítulo, a física é apresentada como ciência da natureza, mas, no restante do livro, na metalinguagem na qual ele é escrito, transparece uma ciência estática, consensual e, principalmente, desarticulada da sociedade que produz. E a qualidade de um deles geralmente é julgada por comparação com os demais, sem que se questionem elementos fundamentais como o conteúdo de que tratam (ou deixam de tratar) ou as idéias sobre ciência que subentendem.

II. O discurso pedagógico no ensino da física

Inúmeros fatores parecem reforçar a idéia de que a física ensinada na escola não parece exercer influência significativa na formação cultural do indivíduo nem está satisfatoriamente contribuindo para o aprendizado de conceitos e leis, para a habilidade em operar com a matemática, ou para o aprimoramento do raciocínio na solução de problemas de física ou da vida cotidiana.

A idéia de que, para a maioria dos estudantes, a física talvez esteja apenas provocando reações contra os ensinamentos escolares e gerando o sentimento de incapacidade para “alcançar” o conhecimento elaborado, parece reforçada pela indiscutível contribuição da disciplina para a evasão escolar, pelos altos índices de reprovação e pelo pouco conhecimento da área manifesto pelos aprovados na escola.

O ensino que se pauta na influência e uso do texto didático supõe a leitura de símbolos, cujo significado o aluno, muitas vezes, não chega a compreender e supõe também, como meta, o treino do estudante em fazer exercícios. Raramente são incluídas descrições de fenômenos e processos, ou as controvérsias, que levariam às abstrações em estudo. Quando ocorre assimilação de conteúdo, trata-se apenas de resultados da ciência. Como aponta Michael Apple ⁽⁵⁾, essa forma irrealista

de transmitir conhecimento na escola não mostra o valor do conflito intergrupalo e interpessoal críticas no progresso da ciência.

Não sendo quase nunca convidado a opinar e não sendo incentivado a apresentar suas próprias idéias, o estudante limita-se a desempenhar o papel de ouvinte ou leitor passivo; e, mas palavras de Snyders: “se o leitor, se o aluno, ficam passivos não há, falando com propriedade, leitura mas somente frases intervaladas que parecem surgir ao acaso”⁽⁶⁾. Quando essa passividade ocorre, concretiza-se a influência do texto didático e das exposições do professor no discurso pedagógico (DP) como é apontado por Eni Orlandi: “O DP se dissimula como transmissor de informação, e faz isso caracterizando essa informação sob a rubrica da cientificidade”⁽⁷⁾.

A qualidade de uma interação depende das representações de quem interage. O envolvimento dos alunos na construção do próprio conhecimento vincula-se à visão que estes têm do professor. Se a imagem for a de um transmissor de verdades indiscutíveis, dificilmente eles se envolverão. E, entre os fatores que podem mudar esse ponto de vista, destaca-se, a meu ver, a reflexão, com autonomia, do professor sobre suas próprias concepções. Mas autonomia exige a seleção entre alternativas possíveis e, buscando o aprofundamento da discussão, procurarei nos itens seguintes questionar algumas representações usuais.

III. Sobre seleção e seqüência do conteúdo escolar

No ensino da física, o programa das escolas médias é semelhante ao trabalhado nos primeiros anos dos cursos universitários nas áreas científico - tecnológicas. Trata-se principalmente a física clássica. O início é quase sempre com a mecânica newtoniana. A seqüência é vista como “natural” e, quando questionada, incluem-se a seu favor argumentos como a necessidade de pré-requisitos, exigências do vestibular, inexistência de textos e materiais, entre outros. Estes argumentos não devem ser mais discutidos? Será que eles justificam que não se introduzam tópicos de física moderna, ou que um tema polêmico como a física nuclear não seja debatido na escola? Problemas anteriormente apontados não indicam que, quando se considera a maioria dos alunos, os conteúdos vigentes não são satisfatórios?

Vários professores, opondo-se à tendência usual, têm procurado inovar iniciando seus cursos por óptica ou eletricidade, discutindo temas da física atual, ou mesmo trazendo para a sala de aula o questionamento sobre vantagens e desvantagens da ciência na nossa sociedade. Talvez seus cursos não sejam intrinsecamente melhores, mas tais experiências não merecem mais atenção?

É interessante notar-se que fora da escola os jovens se entusiasмам com assuntos relacionados à ciência e tecnologia. Será que, trabalhando-se apenas com a física clássica, se consegue canalizar essa motivação para a programação escolar?

IV. Sobre estruturas de pensamento e formação de conceitos

Na década de 80, resultados de pesquisas que procuraram identificar o estágio de desenvolvimento de estudantes chegaram a gerar dúvidas sobre a possibilidade de se ensinar física quando os alunos não demonstrassem possuir estruturas formais de pensamento. E, embora essa visão esteja basicamente superada, a dificuldade dos alunos pensarem abstratamente é quase sempre apontada como justificativa para não se inovar o conteúdo físico trabalhado na escola. Para questões desta natureza são encontrados subsídios em diferentes teorias de ensino-aprendizagem e desenvolvimento, algumas das quais se contrapõem. Elementos da teoria de Vygotsky, por exemplo, dão respaldo à sua afirmação de que “... *a único bom ensina é a que se adianta ao desenvolvimento*”⁽⁸⁾. A consideração de duas zonas de desenvolvimento, o efetivo e a área de desenvolvimento potencial, conduz à reflexão de que, com ajuda, o estudante pode produzir raciocínios que irá posteriormente manifestar sozinho.

Mas a decisão de trabalhar este ou aquele conteúdo relaciona-se principalmente com o que se julga ser a finalidade do ensino. Se almejarmos que um número crescente de pessoas tenha acesso aos avanços da cultura contemporânea, não é necessário incorporá-la à programação escolar? São inúmeros os temas da física atual incluídos nos meios de comunicação de massa, visando não só o estudante mas também grande parte da população. Sendo assim, cabe à escola opor-se a essa tendência ou canalizá-la procurando aprofundar as informações difundidas nesses meios?

No sentido de limitar as possibilidades da interação em aulas de física destaca-se, a meu ver, a convicção de que o objetivo quase exclusivo do ensino seja a formação de conceitos e a apreensão de princípios. Sem dúvida a mudança conceitual é desejável, mas bater e rebater continuamente um mesmo assunto em classe parece não ser a melhor maneira para consegui-la.

Estudos como os de Vygotsky dão sustentação à idéia de que o desenvolvimento do significado das palavras (conceitos) pressupõe processos psicológicos complexos, tais como: atenção deliberada, memória lógica, abstração e capacidade para comparar e diferenciar. Por que então se esperar que a aquisição do conceito “adequado” ocorra de imediato?

No seguinte trecho Tolstoi reforça a idéia da improdutividade de se transmitir conceitos:

“... transmitir deliberadamente novos conceitos ao aluno... é, estou convencido, tão impossível e inútil quanto ensinar a uma criança a andar apenas por meio das leis do equilíbrio”.

Nessa citação selecionada por Vygotsky⁽⁹⁾, Tolstoi em obra do início do século afirma que, quando se tenta explicar o significado de uma palavra:

“(...) coloca-se em seu lugar outra palavra igualmente incompreensível, ou toda uma série de palavras, sendo a conexão entre elas tão ininteligível quanto a própria palavra”.

Podemos observar que essas idéias apontam no sentido do desenvolvimento gradual de conceitos. Visando contribuir para esse processo, não se torna importante ampliar os recursos usualmente utilizados na escola?⁽¹⁰⁾

V. Sobre o simples e o complexo

Com a intenção de que os alunos estudem, é comum o professor dizer que determinado assunto é fácil. Suponho que, acreditando nessa facilidade, o aluno que estuda e encontra dificuldades deve sentir que o problema está *nele* e não no objeto de estudo. Não seria melhor que ele tivesse sido informado de que se tratava de tema complexo, mas importante? Acredito que estudando e conseguindo superar as dificuldades, o aluno se sentiria estimulado a continuar.

A questão do que é simples e do que é complexo nem sempre tem sido devidamente equacionada no ensino da física.

É bastante generalizada a idéia de que o manual didático apresenta o conteúdo de forma simplificada. Será que a simplificação, como ali se apresenta, não fragmenta, gerando incompreensibilidade dos temas trabalhados? Pode-se compreender o todo a partir da compreensão de cada parte? O entendimento de uma lei é uma questão apenas de domínio dos conceitos nela incluídos? Para se pensar essas questões parece bastante elucidativo o seguinte comentário de Bronowsky:

“(...) ciência é uma linguagem bastante peculiar porque tem afirmações que são verdadeiras somente no contexto de uma determinada teoria”⁽¹¹⁾.

Às vezes, na leitura de um romance, mesmo não tendo sido compreendidas algumas palavras e até frases, ao final a trama torna-se evidente. Neste mesmo sentido, o “enredo” da ciência não seria melhor entendido se apresentado na sua produção original? Esta, no entanto, poderia ser uma opção única? Parece-me que não, pois não se trata de colocar em oposição o que é complementar.

A leitura de uma estória de Ernesto Sábato ilustra essa questão. Ele conta que, tendo um companheiro de viagem lhe pedido explicações sobre a teoria de Einstein, falou em tensões e geodésicas tetradimensionais. No compreendidas as explicações, deu uma outra menos técnica, introduzindo aviadores e disparos de revólver. E, outra vez informado de que o companheiro só não tinha compreendido o que se referia às geodésicas e coordenadas, ele as eliminou e tentou nova explicação. Enfim, o diálogo termina assim:

“-Agora sim, agora entendi a relatividade! – exclama meu amigo com alegria.

-Sim – respondo amargamente – mas agora não é mais relatividade”⁽¹²⁾.

Não é ..., mas não teria sido um bom início para o companheiro de Sábado?

Em resumo, mesmo em temas menos complexos do que a relatividade, a compreensão das idéias gerais, o aprendizado conceitual e o aprendizado da linguagem matemática não podem ser vistos como alternativos. Não são processos excluídos, uma vez que fazem parte de um mesmo contínuo-a construção do conhecimento físico. E essa construção supõe a dialética da continuidade – ruptura como discutida por Snyders (1978), a ruptura compreendendo a continuidade e superando-a.

Notas e Referências

1. ALMEIDA, M.J.P.M. O papel do professor no material para ensino da física. *Ciência e Cultura*, v. 41, n. 3, p. 264-268, mar. 1989.
2. Como exemplo de recomendação para que o livro didático seja utilizado, podemos citar o artigo de Jayme Tiomno e J. Leite Lopes: O ensino da física nos cursos secundários, em *Ciência e Cultura*, v. 5, n.1, p. 45-47, mar. 1953, no qual os autores apontam “Manuais de ensino eficientes, claros, atraentes, capazes de melhorar a orientação dos professores...” como uma das medidas necessárias para resolver o problema do ensino secundário.
3. As críticas ao manual didático incluem o seu conteúdo, os erros que contém, a linguagem inadequada, a ideologia veiculada, entre outras.
4. KUHN, T.S. A função do dogma na investigação científica. In: De Deus, J.D. (org.) *A crítica da ciência*. Rio de Janeiro: Zahar, 1974. p. 56.
5. APPLE, M.W. *Ideologia e currículo*. São Paulo: Brasiliense, 1982, cap. 5.
6. SNYDERS, G. *Para onde vão as pedagogias não diretivas?* 2. ed. Lisboa: Moraes, 1978. p. 349.
7. ORLANDI, E.P. *A linguagem e seu funcionamento. As formas do discurso*. São Paulo: Brasiliense, 1983. p. 23.

8. VYGOTSKY, L.S. Aprendizagem e desenvolvimento na idade escolar. In: Vygotsky, L.S., Lúria, A.R., Leontiev, A.N. Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem. São Paulo: Icone, Editora da USP, 1988. p. 114.
9. VYGOTSKY, L.S. Pensamento e linguagem. São Paulo: Martins Fontes, 1987. A citação de Tolstói (p. 72) refere-se à obra *Pedagogicheskie Stat' i Kushnerev*, 1903 (43, p. 143).
10. No artigo ALMEIDA, M.J.P.M., RICON, A.E. Ensino de física e leitura. *Leitura. Teoria e Prática*, Ano 10, n. 18, dez. 1991 são descritos alguns ensaios sobre utilização de textos de divulgação científica, quadrinhos, poesias, etc., para trabalhar conteúdos da Física Nuclear na escola média.
11. BRONOWSKI, J. As origens do conhecimento e da imaginação. Brasília: Editora da Universidade, 1985. p. 31.
12. SÁBATO, E. Nós e o universo. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1985. p. 34.