

ENSINO DE CIÊNCIAS E A FORMAÇÃO DO CIDADÃO

Myriam Krasilchik*

O processo de formação do conhecimento em relação ao ensino de Ciências pode ser abordado pelo menos sob dois ângulos: a produção de conhecimento sobre o aprendizado de Ciências e a produção de conhecimento como resultado do ensino de Ciências. Evidentemente os dois processos estão bastante interligados e seguiram evolução em instâncias distintas. Assim, seu curso merece análise para que possam sofrer mudanças efetivas, com vantagens, ao final, para os estudantes e cidadãos.

Procurando extrair o caminho a seguir do caminho já percorrido, será necessário identificar a importância de alguns pontos de mudanças que marcaram crucialmente as várias etapas dos movimentos em busca da melhoria do ensino das Ciências. Trata-se de compreender o que foi feito e, a partir daí, encaminhar propostas e ações que melhor atendam aos interesses da sociedade.

Evolução dos objetivos do ensino de ciências

Não é possível descrever a evolução do que se pretendeu com o ensino das Ciências sem contextualizá-lo no processo educacional em geral e este em um quadro abrangente dos complexos elementos que determinaram profundas alterações no significado social da escola e nela das disciplinas chamadas científicas.

* Professora da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo - USP.

Fenômenos como a industrialização, o desenvolvimento tecnológico e científico, a urbanização, entre muitos outros, não podem deixar de provocar choques no currículo escolar. Os sistemas de ensino, respondendo às mudanças sociais, à crescente diversificação cultural da sociedade, ao impacto tecnológico e às transformações no mercado de trabalho vêm propondo reformulações no ensino das Ciências e criando ramificações das disciplinas tradicionais: Física, Química e Biologia. Assim, a Educação Ambiental e a Educação para a Saúde são, de forma geral, programas que estudam as relações dos fatores econômicos e sociais e a melhoria da qualidade de vida, e as possíveis conseqüências do uso indevido do ambiente.

O quadro evolutivo dos objetivos do ensino de Ciências, em uma análise histórica, situa básica e preliminarmente uma preocupação constante com a atualização dos programas em relação ao progresso da própria Ciência. Essa demanda tem sido feita de forma premente em períodos de expansão do conhecimento científico e de mudanças essenciais e paradigmáticas nos vários campos de conhecimento.

Um momento típico desse quadro é representado pelo período de pós-guerra, na década de 50, quando é grande a produção científica. A necessidade de um progresso ainda maior fazia-se sentir como resultado da **guerra fria**. Nesse processo estiveram diretamente ligados governos, associações científicas, associações profissionais de educadores, instituições internacionais como a UNESCO e a OEA, agências de fomento à pesquisa, entre outras.

Nesse tempo valorizava-se uma educação elitista que preconizava a premência de formação de cientistas para atender, em alguns países, a necessidade de predomínio científico e tecnológico, em outros, como o nosso.

A preparação de quadros de especialistas de alto nível que nas universidades, laboratórios e indústrias pudessem se engajar no processo de produção e do avanço das fronteiras do conhecimento era e continua sendo uma meta típica dos currículos escolares, principalmente pré-universitários.

No entanto, contrapondo-se a essa demanda, seguiu-se a necessidade de construir nações democráticas com cidadãos conscientes de seus direitos e deveres e capazes de opinar a respeito dos destinos da ciência e da tecnologia e dos múltiplos assuntos de suas vidas que, de alguma forma, são afetados por elas. O ensino das Ciências nos currículos escolares passa a agregar a importância de adquirir, compreender e obter informação e também a necessidade de usar a informação para analisar e opinar acerca de processos com claros componentes políticos e sociais e, finalmente, agir. Esse acréscimo implica um desafio novo para os interessados no ensino de Ciências, com a introdução de aspectos éticos, o que pode colocar em conjunção, ou mesmo em confronto, a sociedade e a comunidade científica. Assim, a relação entre a cidadania e o ensino de Ciências passa a envolver novas facetas que precisam ser consideradas quando da preparação de currículos e programas escolares, e propostas de formação de professores.

Um aspecto enfatizado a partir da década de sessenta foi a importância do conhecimento e a capacidade de uso do método científico, compreendido como um processo racional de tomada de decisão, com base em dados e com critérios objetivos. A importância dada a aulas práticas que, tradicionalmente, originava-se de sua eficiência como forma de aquisição de informação dos chamados produtos da ciência, deriva, agora, do potencial educativo de repetição do processo usado pelos cientistas em seus laboratórios na busca de informações e descobertas. Procedimentos como observação, elaboração de hipóteses e confrontação destas com dados obtidos pelos estudantes dão significado a vários modelos experimentais, tornando-se meio de preparar um cidadão que, de forma racional e fundamentado por informações fidedignas, possa cooperar para o bem coletivo.

A exacerbação da potencialidade atribuída a esse processo levou a uma esquematização simplista do chamado método científico que seguiria sempre etapas comuns e predeterminadas, tomando a forma de **receitas** para guiar a elaboração de experimentos, compondo uma caricatura ingênua do procedimento dos cientistas. Embora em muitos programas de ensino essa visão ainda seja preservada, em vários outros a complexidade do processo de descoberta vêm sendo apresentada de forma que estudantes possam ter visão mais realista do que ocorre nos laboratórios de pesquisa e na mente dos pesquisadores.

A importância dada à formação do cidadão está associada a um processo de democratização que, em nosso país, foi interrompido durante os vinte anos posteriores ao golpe de 1964. Paulatinamente ocorreu uma mudança nos objetivos da educação e no ensino de Ciências que havia passado do cientista para o cidadão e depois para o trabalhador. Embora os documentos legais pouco tivessem modificado a sua letra, não mais se aspirava a um conhecimento científico atualizado, considerado supérfluo na escola profissionalizante. As disciplinas científicas tiveram sua carga horária reduzida, o currículo foi acrescido de uma série de disciplinas pretensamente técnicas que, na verdade, fragmentaram, esfacelaram as demais disciplinas, impedindo que o conhecimento fosse apresentado aos estudantes com coerência e sentido. Em consequência, os defeitos atribuídos às disciplinas científicas - fragmentárias, livrescas, memorísticas, enciclopédicas - acentuaram-se.

Ao mesmo tempo, fizeram-se tentativas a nível internacional para integrar os conteúdos científicos em uma disciplina chamada de Ciência Integrada. Razões de ordem epistemológica foram invocadas na negação da validade de tais tentativas. Razões de ordem política e de defesa do território de trabalho para os professores formados nas várias disciplinas foram também usadas contra tais idéias. Mas, principalmente, a dificuldade de compor um novo corpo de conhecimentos coerentes, conexos, que de alguma forma pudesse substituir o que tradicionalmente compõe o currículo levou ao abandono da tentativa no Brasil. Ela prossegue em alguns países, e seu aparente sucesso pode significar, para alguns, dar

sentido ou relevância à disciplina ou, de um outro ponto de vista, considerar várias categorias de alunos e a elas adaptar diferentes tipos de programas de Ciências.

A nível internacional, constata-se nova crise no ensino, de modo geral, e das ciências, em particular; e mais uma vez há urgência no estabelecimento de medidas que alterem essa situação difícil e insatisfatória.

Em 1985, em trabalho baseado em relatórios nacionais que consolidavam resultados de pesquisas sobre o interesse dos alunos pelas disciplinas científicas, Gardner (1985, p. 17) concluiu que "infelizmente uma generalização emerge com alguma clareza: muitos estudantes tendem a perder o interesse pela ciência no decorrer do tempo. Para muitos estudantes em muitos países, ciência é um assunto que inicialmente apreciam, mas do qual passam a desgostar à medida que prosseguem sua trajetória na escola".

Mais recentemente, o relatório a respeito do aprendizado das Ciências, elaborado no segundo estudo promovido pela Internacional Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA), concluiu que em localidades como Inglaterra, Hong Kong, Cingapura e Estados Unidos, os estudantes dos vários níveis de escolaridade saem-se mal nas provas de Ciências. De acordo com o mesmo relatório, "Inglaterra, Hong Kong, Itália, Cingapura e Estados Unidos devem preocupar-se com a alfabetização científica da sua força de trabalho, a menos que procurem remediar a situação por meio de programas especiais ou educação vocacional em estágios mais adiantados de escolaridade" (IEA, 1988, p. 72).

No Brasil, estudos do mesmo tipo foram realizados pela Fundação Carlos Chagas e mesmo com as ressalvas que se possa fazer aos resultados, concluiu-se que para os alunos de 5ª e 6ª séries de dez cidades os resultados em Ciências não são mais animadores do que os obtidos em Matemática e Língua Portuguesa, considerados deficientes (Vianna e Gatti, 1988).

A constatação de uma crise no ensino de Ciências não pode ser

destacada da crise que atinge todo o processo educacional, mas exige soluções próprias e um tratamento adequado a um campo de conhecimento específico. Além disso, a situação atual difere fundamentalmente da crise dos anos cinquenta que levou à produção dos projetos de Física, Química e Biologia nos Estados Unidos.

Hoje, o papel desempenhado pela escola de 1º e 2º graus e pela instrução superior a que elas servem de vestibulo é diferente. Um diploma é menos valorizado e pode ser obtido em escolas de níveis de exigência bastante diferentes. A população escolar mudou quantitativa e qualitativamente. A escola pública atende a uma substancial parcela de uma clientela oriunda de famílias com baixo poder aquisitivo e que possivelmente não vai ingressar em cursos superiores. Aqueles que dispõem de uma situação econômica estável freqüentam escolas particulares. Nestas, em geral, busca-se preparar os alunos para o exame vestibular

Os professores mal preparados que saem das escolas que vêm proliferando desde 1968 dependem de livros didáticos, elaborados para servir a esse mercado.

Ao mesmo tempo, os meios de comunicação informam os jovens, passando-lhes explícita ou implicitamente informações e valores de uma forma mais eficiente, concentrada e reiterada do que na década de cinquenta. O advento da chamada **era da informática** — que poderia até liberar alguns jovens da necessidade de ler e escrever — também demanda uma familiaridade com a máquina, a qual somente uma sólida base educacional pode fornecer.

A influência da ciência e da tecnologia estão claramente presentes no dia-a-dia de cada cidadão, dele exigindo, de modo premente, a análise das implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico.

Nos programas contemporâneos, um elemento que deve ser introduzido é a busca da aceitação e compreensão da grande diversidade cultural de etnias em países como o Brasil, de complexa composição populacional e socioeconômica. O conflito entre o respei-

to por valores sociais — amplamente aceitos nas diferentes comunidades - e a necessidade de introduzir inovações é de difícil solução e foi incorporado no currículo em duas linhas básicas: na análise do significado genético de diferença racial e étnica e na contraposição do respeito pelas tecnologias tradicionais e introdução de tecnologias modernizantes não-autóctones.

Entretanto, uma outra diferença importante — entre a crise dos anos cinqüenta e a dos anos oitenta — reside na criação de uma comunidade de pesquisadores que nos últimos trinta anos se dedicam ao estudo de problemas como: processo ensino-aprendizagem, comportamentos de professores em sala de aula, mapeamento e identificação dos conceitos que os alunos trazem para a sala de aula e verificação das modificações conceituais causadas pelo processo de escolarização, interesse de alunos pelo aprendizado das Ciências, papel da linguagem e comunicação no aprendizado, entre muitos outros.

Como essa comunidade vem-se organizando e institucionalizando em regiões do mundo todo, muitas pesquisas foram realizadas, do mesmo modo que foi acumulado o conhecimento relativo às questões que vêm sendo sistematicamente investigadas. Esta situação nos encaminha para a análise da outra vertente mencionada no início deste trabalho.

Produção de conhecimento resultante do estudo do ensino de ciências

A origem, motivação, escopo e metodologia das pesquisas realizadas têm variado em função da adoção de paradigmas e teorias diferentes que orientaram os trabalhos dos investigadores.

No início da década de sessenta refletiam a preocupação maior da época: a avaliação dos projetos curriculares preparados para uso dos professores e alunos das escolas secundárias das disciplinas de Física, Química e Biologia.

A passagem de uma prática experimental, que esperava obter re-

lações causais e a correspondente adoção de uma linha psicométrica para obtenção de dados, para uma linha naturalística ou etnográfica e o uso de medidas qualitativas, implicou também uma mudança de concepção de educação. Subjacente à primeira, há a idéia de formação de elites e a necessidade de classificação de estudantes em um espectro contínuo que alinha os melhores aos piores. Subjacente ao segundo tipo descrito há a convicção de que todos podem aprender e à escola cabe encontrar formas de ensinar, que atendam aos diversos tipos de educandos.

As pesquisas de tipo experimental, que buscavam demonstrar a superioridade de um método como discussão ou de um recurso didático como filme, instrução programada, entre outros, sobre aulas expositivas em geral, não atingiram seus objetivos (Atkin & Burnett, 1969, p. 1197). Quando se confirmavam suas hipóteses de vantagens de um processo sobre outro, o delineamento e a execução da experiência eram passíveis de críticas, por não considerarem o processo educacional em sua totalidade, podendo-se atribuir, então, seus resultados à omissão de fatores importantes na consideração desses resultados.

Assim, por exemplo, em um caso clássico de organização de experimento, quando se contrapõem aulas práticas a aulas de discussão e aulas expositivas, os resultados indicam que as diferenças entre os grupos residem basicamente nas atividades de manipulação do equipamento. Mas o que se pode perguntar é se a verificação do aprendizado dos alunos foi feita de maneira a considerar os aspectos realmente importantes.

A constatação de que a pesquisa sobre ensino não poderia ficar confinada a uma organização acanhada e restritiva, muito ao estilo dos cientistas que procuravam reproduzir o que faziam em seus laboratórios, levou um amplo elenco de pesquisadores provenientes de muitos campos do conhecimento - sociólogos, psicólogos, filósofos, matemáticos especialistas na área de comunicações - a se engajarem no processo.

A ampliação e a diversificação de competências, preocupações,

paradigmas vêm enriquecendo a área e poderão resultar na formação de uma sólida base de conhecimento que permita trabalhar com os alunos fundamentando-se em informações e dados que conduzam a uma real formação científica.

O ponto focal das preocupações têm sido o estudante e a análise do complexo processo educacional. A aquisição de informações continua sendo uma questão a ser resolvida, mas a sua integração pelo estudante às idéias que traz para a escola passa agora a ser também objeto de estudos.

Em face da nova postura, o aluno deixa de ser uma **caixa preta**, cujos processos cognitivos são ignorados, para ser um indivíduo que deve ser analisado, e sua forma de pensar descrita e observada.

Os estudos clássicos de Piaget a respeito da psicogênese dos conceitos nas crianças levaram os educadores a admitir que os alunos estão constantemente integrando experiências de aprendizado formal e informal. Nesse processo formam conceitos complexos, organizados e estreitamente vinculados à própria estrutura do conhecimento das várias disciplinas. As crianças constroem modelos e explicações e têm idéias previsíveis acerca dos fenômenos científicos. Esta constatação abriu um fértil campo de trabalho — mapeamento de conceitos intuitivos, explicações que apresentam em relação a vários fenômenos e argumentos que invocam para justificar suas idéias e explicações.

A verificação do paralelismo entre a evolução histórica do conhecimento em certas áreas da Física, Química e Biologia e o pensamento dos jovens e das crianças abriu uma outra linha de pesquisa que vem sendo intensamente explorada.

Como em muitos campos do conhecimento, a fase descritiva desempenha papel importante na construção de uma base concreta para os professores planejarem suas atividades didáticas, de forma que o aluno possa ir além da simples absorção de informação. Será preciso construir novos conceitos, destruir alguns e modifi-

car outros, mas a plataforma será sempre a que a criança já incorporou e a visão do mundo que construiu.

O pressuposto construtivista provoca, por sua vez, uma série de questões. Admitindo-se que em certas fases de seu desenvolvimento o estudante só pode aprender determinados conceitos, o currículo deve ser adaptado ao que se supõe o aluno possa aprender, ou deve-se partir do pressuposto que haverá formas de ensinar coisas consideradas fundamentais em qualquer idade, para qualquer aluno?

Admitir que o aluno forma suas idéias fora da escola pressupõe que grupos de alunos de origens culturais diferentes poderão ter visões diversas de mundo, conhecimentos que reflitam experiências formais e informais diferentes e que, portanto, os currículos deverão atender e superar essas diferenças.

Esta questão está estreitamente ligada a outra, igualmente básica: os currículos devem refletir as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Esta análise não pode ser desvinculada de valores, de sistemas éticos, de paradigmas, padrões que, por sua vez, têm de ser testados e colocados em prática em diferentes situações que envolvem decisões individuais, familiares, comunitárias, decisões de âmbito nacional e internacional e decisões que afetam o futuro da humanidade.

Um tratamento adequado para esses problemas na escola implica uma complexidade que transcende o da transmissão de conhecimento, pois envolve ações que devem substituir preconceitos e visões estereotipadas inculcadas por mecanismos manipuladores por uma capacidade autônoma de ver e pensar acerca de problemas que atingem direta ou indiretamente o estudante. Implica também possibilitar ao estudante:

- pensar por si mesmo, obedecendo à razão e não à autoridade;
- ser capaz de identificar os mecanismos de controle exercidos sobre o cidadão;
- sistematizar o conhecimento parcial fragmentário, adquirido

em contatos com a família e com os amigos no mundo do trabalho;

- entender o papel e o significado da ciência e da tecnologia na sociedade contemporânea, compreendendo o que se faz em ciência, por que se faz e como se faz.

Porém, ao discutir problemas éticos, várias questões se apresentam de forma pungente ao professor: como discutir problemas de valores sem doutrinar. O docente tem de abordar situações extremamente complexas com alunos que ainda não incorporaram o conhecimento, a experiência e a maturidade para analisá-las autonomamente.

Será possível ao professor, cuja relação com os estudantes é de autoridade hierárquica, manter-se neutro diante de um problema que envolve a adoção de um padrão ético e moral?

Parece-me que só criando situações de conflito, desnudando e contrapondo os interesses em jogo, sem usar a autoridade para impor opiniões, o professor ajudará a formar cidadãos que possam decidir por si próprios, que empreendam ações em busca do bem comum e da consecução das mudanças que considerarem necessárias. Parte crucial desse processo é o desenvolvimento da capacidade de argumentação, que envolve sinceridade e competência

no desejo de convencer e de ouvir outros que possam ter razões que nos façam mudar de idéia.

Educar para a cidadania, sem restringir a escola ao papel de preparação do indivíduo maleável e manipulável, é a grande tarefa com que se defrontam hoje os professores de Ciências.

Bibliografia

ATKIN, M. & BURNETT, R.W. Science education. In: **Encyclopaedia of education research**. 4.ed. s. l., MacMillan, 1969. p. 1197.

GARDNER, Paul L. Students interest in science and technology; In: LERKE, M. et alii, ed. **Interests in science and technology education**. Kiel, Kiel University, 1985. p. 17.

SCIENCE achievement in seventeen countries; a preliminary report. s. l., Pergamon Press, 1988. 72p.

VIANNA, H.M. & GATTI, B.A. Avaliação do rendimento de alunos da escola de 1º grau da rede pública; uma aplicação experimental em 10 cidades. **Educação e Seleção**, São Paulo, 17:51 - 2, jan./jun. 1988.