

CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO E ENSINO DE CIÊNCIAS

Roseli Pacheco Schnetzler *

O Modelo Transmissão — Recepção e o Ensino de Ciências

Nas ações praticadas pelo professor em sala de aula e nas interações que mantém com seus alunos, há padrões consistentes que constituem o seu estilo de ensino (Harley e Osborne, 1985). Desta forma, o estilo de ensino de um professor manifesta a sua concepção de educação, de aprendizagem e dos conhecimentos e atividades que propicia aos seus alunos. Por isso, ao se propor um novo modelo de ensino, deve-se explicitar efetivamente as concepções de aluno, de aprendizagem e de conhecimento que estão subjacentes ao modelo. Além disso, as atividades propostas aos alunos, a organização do conteúdo, as interações em sala de aula e os procedimentos de avaliação adotados devem ser examinados em termos de coerência com aquelas concepções. Caso contrário, corre-se o risco de colocar em prática procedimentos de ensino cujos efeitos serão diferentes dos inicialmente pretendidos ou, ainda, de serem inadequados para propiciar a ocorrência de aprendizagem significativa. Esta, segundo Ausubel (1976), ocorre quando novos significados são adquiridos e atribuídos pelo aprendiz, através de um processo de interação (implicando subsunção ou ancoragem subsequente) de novas idéias com conceitos ou proposições relevantes já existentes na sua estrutura cognitiva (construto hipotético que reflete a organização de idéias na mente de um indivíduo). Tal aprendizagem é qualitativamente distinta da aprendizagem mecânica que se caracteriza por uma organização de informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos ou proposições relevantes existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, implicando uma armazenagem arbitrária de novo conhecimento. O produto desta aprendizagem se caracteriza, portanto, em memorização com um subsequente esquecimento rápido do conhecimento aprendido. Infelizmente, esta aprendizagem mecânica é a que, de forma

* Professora Assistente-Doutora do Departamento de Metodologia, subárea de Ensino de Química, da Faculdade de Educação da UNICAMP

geral, tem sido propiciada pelo Ensino de Ciências (Fracalanza et al., 1986; Carraher et al., 1985), contrariando os objetivos que são propostos para aquele ensino (Di Martino et al., 1988).

Dentre as várias razões que podem explicar tal antagonismo, uma merece especial destaque, qual seja, a adoção, por grande parte dos professores, de uma concepção de *ensino como transmissão* e as correspondentes visões de *aluno como tábula rasa* e de *Ciência como um corpo de conhecimentos prontos, verdadeiros, inquestionáveis e imutáveis*.

Neste modelo psicopedagógico centrado na transmissão-recepção, os conteúdos científicos a serem ensinados são vistos como segmentos de informações que devem ser depositados pelo professor na "cabeça vazia" do aluno. Por isso, é o professor o agente ativo no processo, já que fala 90% do tempo em sala de aula tentando "passar" ou "cobrir" o conteúdo para alunos silenciosos, os quais devem passivamente internalizá-lo e reproduzi-lo em termos *verbatim* nas avaliações.

Acontece, porém, que o aluno não aprende pela simples internalização de algum significado recebido de fora, isto é, dito pelo professor; mas, sim, por um processo seu, idiossincrático, próprio, de atribuição de significado que resulta da interação de novas idéias com as já existentes na sua estrutura cognitiva. Por isso, *o professor tem que levar em conta o que o seu aluno já sabe*. A importância desse princípio é expressa no que diz Ausubel (1976), "se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria que o fator isolado mais importante, influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Determine isso, e ensine-o de acordo".

Em outras palavras, a literatura aponta que o professor quando não tem na sua cabeça a cabeça do aluno, "fala para as paredes", evidencia que o processo de ensino-aprendizagem que deflagra está centrado na transmissão-recepção. Esta, por sua vez, apresenta como característica precípua usualmente, a passagem de informações dos apontamentos ou do livro do professor para o caderno do aluno, sem passar pela cabeça de nenhum dos dois. Para ambos, o processo é simplesmente mecânico, na medida em

que o professor que não sabe onde está o seu aluno, em termos cognitivos, não pode tocá-lo, atingi-lo, envolvê-lo no processo de aquisição de conhecimento.

Desde que a aprendizagem é um processo idiossincrático do aluno (e ele deve ser informado disso para se sentir responsável pelo seu próprio processo), nós, professores, não podemos garantir a aprendizagem do aluno mas, sim, devemos, pois esta é a nossa função social, criar as condições para facilitar a ocorrência da aprendizagem significativa em nossos alunos.

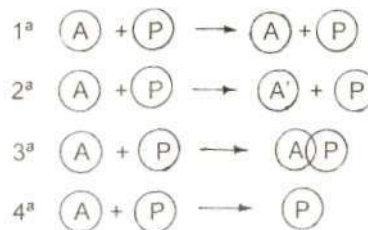
Embora ensino e aprendizagem não sejam sinônimos, existe uma estreita relação entre saber como o aluno aprende — teoria de aprendizagem — e saber o que fazer para auxiliar o aluno a aprender melhor—teoria de ensino. Neste sentido, não adianta insistirmos na ação de que ao transmitirmos a nossa forma de organização conceitual, isto é, como entendemos a Ciência, ou parte dela, esta estrutura, que nos parece tão lógica, e que foi por nós construída durante um longo tempo de formação e atuação profissional docente, possa ser integralmente incorporada pelos nossos alunos. Isto porque as suas concepções prévias lhes farão enxergar e entender tal estrutura de outra forma. Como apontado por Bodner(1992), a organização dos nossos cursos nos parece lógica porque entendemos os conteúdos que a constituem. No entanto, isto não significa que os nossos cursos sejam organizados segundo uma ordem psicológica adequada para os nossos alunos. Isto porque enquanto não assumirmos o nosso aluno como construtor e possuidor de idéias e não organizarmos o nosso ensino a partir dessas idéias que o aluno já possui, pouco estaremos fazendo para facilitar a sua aprendizagem.

As Concepções Prévias dos Alunos e a Aprendizagem de Ciências

Pelo simples fato de estarem no mundo e procurarem dar sentido às inúmeras situações com as quais se defrontam em suas vidas, os nossos alunos já chegam às nossas aulas de Ciências com idéias sobre vários fenômenos e conceitos científicos que, geralmente, são distintas daquelas

que queremos ensinar. Como para eles suas concepções prévias fazem sentido, muitas vezes elas são tão resistentes à mudança que comprometem a aprendizagem das idéias que ensinamos, além de determinarem como eles entendem e desenvolvem as atividades que lhes apresentamos em nossas aulas. Neste sentido, o que nossos alunos aprendem depende tanto do que já trazem, isto é, de suas concepções prévias sobre o que queremos ensinar, como das características do nosso ensino. De qualquer forma, a construção de uma idéia em uma determinada situação, exige a participação ativa do aluno, estabelecendo relações entre aspectos da situação e seus conhecimentos prévios. Por isso é fundamental e imprescindível explicitarmos aos nossos alunos a responsabilidade que devem assumir pela sua aprendizagem, como também organizarmos o nosso ensino a partir das concepções já existentes, vez que nos cabe, enquanto professores, sem dúvida, o dever e a responsabilidade social de facilitar a ocorrência daquela aprendizagem. Isto significa dizer que não podemos assumir que os nossos alunos construam por si mesmos, e de modo "natural", as "formas de ver" adotadas e consideradas úteis pela comunidade científica para entendermos o mundo. A nós, professores de Ciências, cabe o papel fundamental de propiciar a socialização do saber científico que histórica e socialmente tem sido construído e que, assim, deve ser tratado e entendido, como parte da cultura humana, em nossas salas de aula.

No sentido de melhor explicitar os nossos deveres, é importante considerar primeiramente que, em nossas salas de aula, quatro possibilidades existem para representar o processo de ensino-aprendizagem que nelas ocorre, conforme evidenciadas a seguir.



Onde A representa a concepção prévia do aluno. P a concepção cientificamente aceita a ser ensinada pelo professor, enquanto os primeiro e segundo membros das equações representam, respectivamente, a interação professor-aluno durante o processo de ensino e a resultante deste em termos da aprendizagem do aluno.

Dentre estas quatro possibilidades, evidentemente a almejada corresponde à última, que representa um processo onde ocorreu uma mudança conceitual adequada, visto que a concepção prévia do aluno, usualmente errônea em termos científicos, é substituída pela, ou transformada na idéia cientificamente aceita e ensinada pelo professor

Todavia, inúmeras pesquisas (Driver e Erickson, 1983; Osborne e Wittrock, 1983; Gilbert e Watts, 1983; Hashweh, 1986) evidenciam que as três primeiras possibilidades têm sido as mais freqüentes devido tanto à resistência à mudança das concepções prévias dos alunos quanto e, principalmente, ao fato dos professores não as levarem em conta, vez que não ensinam a partir delas (concebem seus alunos como tábulas rasas) e utilizam procedimentos de avaliação que solicitam "a resposta certa", impedindo que os alunos manifestem como realmente entendem os conceitos.

Se as duas primeiras possibilidades representam, respectivamente, a total ineficiência ou a parca mudança advindas do processo de ensino, já que o aluno sai com a mesma ou quase a mesma concepção prévia inicial, a terceira corresponde à situação onde o aluno memoriza e utiliza a concepção cientificamente "correta" para passar nas provas, mas continua usando as suas idéias prévias para resolver ou interpretar os seus problemas e experiências cotidianas.

Tais constatações são decorrentes da realização de algumas centenas de pesquisas, pautadas em abordagens construtivistas do processo de ensino-aprendizagem de Ciências, que foram desenvolvidas nos últimos quinze anos em vários países do mundo. Naquelas, concepções errôneas de alunos sobre inúmeros conceitos científicos importantes foram detectadas,

Ver seleção bibliográfica elaborada por Pfundt e Duit (1991)

mesmo após terem freqüentado e sido aprovados em cursos de Ciências.

Frente a tal gravidade, inúmeras outras pesquisas têm sido desenvolvidas no sentido de propor e investigar estratégias e modelos de ensino que promovam a construção pelo aluno de idéias científicas "corretas" a partir de suas concepções prévias (Driver e Oldham, 1986; Posner et al., 1982; Hashweh, 1986; Osborne e Freyberg, 1985; Gil et al., 1991).

Neste sentido, como a aprendizagem de idéias científicas implica a ocorrência de mudança conceitual, o ensino de Ciências, longe de ser centrado na simples transmissão de informações, deve ser concebido e desenvolvido como um processo que visa a promover tal mudança

O Ensino de Ciências como Promoção de Mudança Conceitual

Mudança conceitual tem sido o termo usualmente empregado para designar a transformação ou a substituição de crenças e idéias ingênuas (concepções prévias ou esquemas alternativos) de alunos sobre fenômenos sociais e naturais por outras idéias, mais sofisticadas (cientificamente "corretas"), no curso do processo de ensino-aprendizagem de Ciências.

A mudança conceitual de um aluno pode ocorrer de várias e diferentes formas. Pode haver: 1) acréscimo de novas concepções em função de experiência posterior do aluno, através do seu desenvolvimento pessoal e pelo contato com idéias de outras pessoas; 2) reorganização das concepções existentes, tanto desafiadas por alguma nova idéia externa ao aluno, quanto como resultado de um processo de pensamento desenvolvido internamente por ele próprio; 3) rejeição de concepções existentes, como resultado de uma reorganização conceitual que implica substituição dessas por outras concepções novas, em função do confronto entre o seu ponto de vista anterior com o ponto de vista da Ciência.

Nos dois primeiros casos trata-se de uma mudança conceitual fraca, ou assimilação, enquanto a substituição de concepções prévias por idéias científicas "corretas" pressupõe uma mudança conceitual radical, ou acomodação, a qual, segundo Posner et al. (1982), implica a ocorrência de quatro condições a saber: 1) o aluno deve se sentir insatisfeito com a sua

concepção prévia, a fim de que possa alterá-la; 2) a nova idéia ou concepção cientificamente "correta" deve ser inteligível para ele; e 3) parecer-lhe plausível, já que existe diferença entre entender, e crer, além de ser 4) frutífera, pois lhe deve permitir a ampliação do seu campo de conhecimento.

Entretanto, para que o aluno se sinta insatisfeito com a sua idéia prévia, ele precisa se sentir "em conflito". Isto porque este é considerado um motor que favorece a conceituação, já que pode fazer com que o aluno duvide de suas próprias idéias, levando-o a buscar outras concepções mais pertinentes (Giordane De Vecchi, 1988).

Em termos do processo de ensino, o conflito pode ser instaurado se o professor apresentar situações-problema ao aluno, cuja resolução não lhe seja possível pela utilização da sua concepção prévia. Todavia, como o conflito deve ocorrer no aluno, aquele pode ou não se instaurar ou, ainda, pode levar tempo para ser resolvido, já que a construção de uma nova idéia ou conceito não ocorre instantaneamente, mas sim ao longo de um processo.

Isto significa que na mudança conceitual radical, após a instauração do conflito, não ocorre um simples descarte da concepção prévia pelo aluno para depois este passar a construir uma nova idéia com o auxílio do professor. Como apontam Hashweh (1986) Giordan e De Vecchi (1989), o aluno pode se sentir em conflito tanto porque sua concepção prévia não explica ou resolve a situação-problema colocada pelo professor, como também pelo confronto entre aquela concepção e a idéia cientificamente "correta" apresentada pelo docente. Em outras palavras, trata-se de um processo dinâmico onde se deve procurar provocar uma redução na estabilidade, ou no *status*, da concepção prévia do aluno e de aumentar a estabilidade e o *status* da nova concepção, cientificamente aceita e apresentada pelo professor (Pines e West, 1986). Por isso é fundamental que o aluno seja exposto a várias situações-problema, cujas resoluções só sejam possíveis pela aplicação da nova concepção, mas não da sua concepção prévia. Com isso, estar-se-á encrementando o potencial de plausibilidade e de frutificação da concepção cientificamente aceita, visan-

do a fortalecer a ocorrência da mudança conceitual e, conseqüentemente, evitando que o aluno retorne à sua concepção prévia.

Desta forma, não se trata de destruir as concepções prévias dos alunos, mas sim de se desenvolver um processo de ensino que promova a evolução de suas idéias. Em outros termos, a ruptura não significa necessariamente descarte. Assim, o ensino não pode ser concebido como um processo simplesmente linear, onde novos conceitos vão sendo seqüencialmente introduzidos; mas sim como um processo em que o professor deve também planejar e desenvolver situações freqüentes onde conceitos já abordados sejam retomados e retrabalhados sob novas formas, estabelecendo novos relacionamentos conceituais para propiciar ao aluno condições de aplicação, ampliação e consolidação daquelas idéias, ou seja, das idéias cientificamente aceitas ("corretas").

Em termos de um modelo de ensino construtivista, Driver e Oldham (1986) propõem uma seqüência que compreende cinco fases, a saber: orientação, elicitación, reestruturação, aplicação e revisão.

A seqüência de ensino começa pela fase de orientação, a qual objetiva motivar os alunos e justificar a eles a importância de aprenderem um determinado tópico, de procurarem resolver um problema ou de investigarem algum fenômeno científico. A esta fase, segue-se a elicitación, na qual os alunos explicitam as suas concepções prévias sobre o tópico, problema ou fenômeno em questão, principalmente através de discussões em grupo e elaboração de textos. Em seguida, a fase de reestruturação implica, de início, a clarificação e o intercâmbio, por meio de discussões, das idéias dos alunos, o que pode levar a desacordos espontâneos entre eles. O professor, por sua vez, de forma intencional, deve explorá-los, bem como promover conflitos conceituais ao utilizar demonstrações refutadoras ou apresentar contra-exemplos. A ele também cabe, nesta fase, apresentara concepção e explicação cientificamente "corretas", dando oportunidades aos alunos para construírem e expressarem suas idéias a respeito. Estas devem, na fase de aplicação, ser utilizadas pelos alunos em diversas situações, tanto novas quanto familiares, a fim de que sejam consolidadas e reforçadas. Por fim, na fase de revisão, os alunos são solicitados a refletir sobre a mudança

conceituai neles ocorrida, realizando comparações entre suas idéias no início e ao final da seqüência de ensino. Isto é particularmente importante porque solicitações de auto-reflexão levam o aluno a aprender a aprender (White e Gunstone, 1989).

Assim, é fundamental que em um processo de ensino construtivista, o professor seja sensível às concepções e interpretações dos alunos, e que as valorize. Na medida em que o conhecimento é construído pelas pessoas através da interação social, é também fundamental que o clima na sala de aula seja amigável para que haja respeito e apoio mútuos entre os pontos de vista dos alunos e do professor (Driver e Oldham, 1986). Por sua vez, como a aprendizagem é um processo do aluno, este deve ter oportunidades freqüentes de explicitar e comunicar as suas idéias. Além disso, o aluno deve ser solicitado a elaborar hipóteses (especular), planejar, realizar experimentos e analisar os resultados decorrentes para resolver problemas e investigar fenômenos que lhe sejam de interesse (Gil et al. 1991). Isto significa que o professor deve selecionar problemas e fenômenos que além de envolverem a aprendizagem de conceitos científicos fundamentais, apresentem relevância para a vida cotidiana do aluno e contribuam para a sua formação como cidadão.

Frente a tais considerações depreende-se, obviamente, que o atual currículo de Ciências, proposto para ser cumprido nas escolas brasileiras, está sobrecarregado. Necessária se faz uma urgente redução no conteúdo a ser ensinado, limitando-o ao tratamento de alguns conceitos científicos mais relevantes, pois, pretender promover mudança conceituai e, conseqüentemente, aprendizagem significativa nos alunos, demanda tempo.

Portanto, além da necessária reflexão epistemológica que nós professores de Ciências devemos fazer para selecionar conceitos científicos relevantes que devam ser ensinados em nossos cursos, devemos, ainda, exercer um papel de agente motivador, orientador e, principalmente, de *professor pesquisador*, pois precisamos saber identificar as concepções prévias de nossos alunos e, em função delas, devemos saber planejar, desenvolver, aplicar e avaliar atividades e procedimentos de ensino que promovam conflitos em nossos alunos, e lhes possibilitem construir e utilizar concepções cientificamente aceitas. Desta forma, ao procurarmos ser mediadores

eficientes no processo de construção e apropriação de saberes científicos dos nossos alunos, estaremos efetivamente ensinando Ciências quando procurarmos ajudar os nossos alunos a:

- 1) investigar fenômenos e explorar idéias;
- 2) formular perguntas úteis e produtivas;
- 3) buscar e desenvolver explicações que são úteis para eles com relação ao mundo natural e tecnológico que confronto diariamente;
- 4) ampliar suas experiências sobre o mundo natural e tecnológico;
- 5) manifestar interesse sobre as explicações dos outros a respeito de como e porque as coisas são como são e buscar saber de que forma tais explicações têm sido obtidas. (Osborne e Freyberg, 1985, p.89)

Referências Bibliográficas

- AUSUBEL, D. *Psicologia educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas, 1976.
- BODNER, G.M. Why changing the curriculum may not be enough. *Journal of Chemical Education*, v.69, n.3, p.186-190, 1992.
- CARRAHER, D.W. et al. Caminhos e descaminhos no ensino de Ciências. *Ciência e Cultura*, v.37, n.6, p.889-896, 1985.
- DI MARTINO, E. et al. *A proposta curricular para o ensino de Ciências e programas de saúde -1º grau*. São Paulo: Secretaria de Estado da Educação, Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas, 1988.
- DRIVER, R., ERICKSON, G. Theories into action: some theoretical and empirical issues in the study of students conceptual frameworks in science. *Studies in Science Education*, n.10, p.37-70, 1983.
- DRIVER, R., OLDHAM, V. A constructivist approach to curriculum development in Science. *Studies in Science Education*, n.13, p.105-122, 1986.

- FRACALANZA, H. et al. *O ensino de Ciências no 1º grau*. São Paulo: Atual, 1986.
- GIL, D. et al. *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori, 1991.
- GILBERT, J., WATTS, M. Concepts, misconceptions and alternative Conceptions: changing perspectives in science education. *Studies in Science Education*, n.10, p.61-98, 1983.
- GIORDAN, A., DE VECCHI, G. El papel del conflicto, In: LOS ORÍGENES del saber. Sevilla: Diada Ed., 1988.
- HARLEY, W., OSBORNE, R. A model for learning and teaching applied to primary science. *Journal of Curriculum Studies*, v.17, n.2, p.133-146, 1985.
- HASHWEH, M.Z. Toward an explanation of conceptual change. *European Journal of Science Education*, v.8, n.3, p.229-249, 1986.
- OSBORNE, R., FREYBERG, P. *Learning in science: the implications of childrens' science*. London: Heinemann, 1985.
- OSBORNE, R., WITTRICK, C. Learning science: a generative process. *Science Education*, v.67, n.4, p.489-508, 1983.
- PFUNDT, H., DUIT, R. *Student's alternative frameworks and science education*. 3. ed. Kiel: IPN, 1991.
- PINES, A., WEST, L. Conceptual understanding and science learning: an interpretation of research within a sources-of-knowledge framework. *Science Education*, v.70, n.5, p.583-604, 1986.
- POSNER, G. et al. Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, v.66, n. 2, p.221-227, 1982.
- WHITE, R., GUNSTONE, R. Metalearning and conceptual change. *International Journal of Science Education*, n.11, p 577-586, 1989. Special issue.