

Roberto Nardi (org.), Questões abertas no ensino de ciências, São Paulo: Escrituras Editora, 1998 (Educação para a Ciência v.2)

Concepções e práticas pedagógicas do professor de ciências

Renato Eugênio da Silva Diniz

Ao longo das últimas décadas, as pesquisas sobre o ensino das Ciências (Biologia, Física e Química no ensino médio, e Ciências no ensino fundamental) têm dado enfoque a diversos elementos relacionados com o mesmo; alguns mais específicos, como o papel das atividades práticas, o livro didático, as diferentes formas de abordagem dos conteúdos; outros ainda que poderíamos classificar como sendo de caráter mais geral, ou seja, os fundamentos de uma educação científica, seus objetivos, seus condicionantes sócio-culturais, políticos e econômicos, entre outros.

Mesmo com essa gama variada de enfoques, acreditamos que, de forma ampla, tais pesquisas apresentam um traço comum; a busca de uma compreensão mais clara e profunda dos variados elementos que caracterizam o ensino das Ciências, pretendendo assim gerar adequações ou modificações nas práticas pedagógicas do professor em sala de aula.

A partir da década de 70, dentro dessa perspectiva da pesquisa, uma outra abordagem vem se consolidando, aquela que se preocupa em investigar as Concepções Alternativas ou Espontâneas dos alunos, e também dos professores, sobre tópicos referentes às ciências. Tal abordagem surgiu, basicamente, de estudos que passaram a se preocupar mais sistematicamente com uma melhor compreensão dos "erros" ou das respostas "erradas" dos alunos, quando estes se confrontavam com questões relacionadas ao conhecimento científico.

Estreitamente relacionado à essa abordagem, temos um outro campo de pesquisa que vem se ampliando nos últimos anos (décadas de 80 e 90), denominado Mudança Conceitual, onde, de modo geral, busca-se a elucidação dos mecanismos e das variáveis envolvidas quando se analisa o entendimento de um indivíduo num processo de mudança, ou seja, quando esse parte (para alguns autores o melhor termo seria "abandona") de uma concepção alternativa ou espontânea, previamente existente, passando a dominar a concepção científica de um determinado conteúdo. Por exemplo, um aluno que entende a nutrição das plantas como se dando unicamente através da água e dos nutrientes do solo, que são absorvidos pela raiz, e que passaria a compreender que tal nutrição envolve diversos elementos reunidos num complexo processo denominado Fotosíntese (Santos, 1991).

Outra preocupação desse campo de pesquisa, refere-se ao desenvolvimento de estratégias/metodologias de ensino que efetivamente envolvam os alunos num processo de mudança conceitual em sala de aula.

Copiadora
PASTA 7
4 FOLHAS
DATA 9/4/12

O objetivo central desse artigo será primeiramente destacar algumas das principais características, tanto da abordagem das Concepções Alternativas, quanto da Mudança Conceitual, como linhas de pesquisa dentro do ensino das Ciências, para posteriormente discutir suas possíveis contribuições em relação ao ensino fundamental e médio. Tal apresentação terá como referência básica o trabalho da professora Maria E. V. M. dos Santos; "Mudança Conceptual na Sala de Aula: um desafio pedagógico" (1991).

Para Santos (1991), mesmo que existam diferentes interpretações e abordagens entre os vários grupos que trabalham nessas duas linhas de pesquisa, pode-se considerar que tenham um tronco comum, ou seja, a perspectiva construtivista do processo de aprendizagem. Tal perspectiva se caracterizaria, de forma bem ampla, por três aspectos:

- cada pessoa constrói individualmente seus próprios significados para as experiências que vivencia;
- por ser individual, essa construção é diferente para cada pessoa, guardando, contudo, certa comunalidade;
- muitas dessas construções envolvem a ligação das novas idéias e experiências com outras, que a pessoa já sabe e acredita (Gunstone, 1992).

Considerando-se esse tronco comum (Construtivismo), os trabalhos desenvolvidos por Ausubel e Piaget são apontados com pontos de referência e precursores dessas abordagens de pesquisa. Ausubel, pela valorização dada, nos seus trabalhos, à organização das idéias do indivíduo ("estrutura cognitiva") referentes a áreas específicas do conhecimento, considerando-a como decisiva para a aquisição de novos conceitos desse campo. No caso de Piaget, principalmente, pelas investigações feitas com relação às representações de mundo que as crianças apresentam ao longo dos anos e que procuram explicar as experiências com o real vivenciadas por elas.

Para Driver (1989), mesmo que se reconheça essa ligação com os trabalhos de Piaget, é importante salientar duas diferenças básicas; as pesquisas em Concepções Alternativas ou Mudança Conceitual enfocam o desenvolvimento de estruturas de conhecimento de áreas (conceitos) específicas, enquanto Piaget enfatiza o desenvolvimento de capacidades (habilidades) lógicas gerais. Outra distinção se localizaria no fato de Piaget se preocupar com a construção pessoal do conhecimento, através da interação do sujeito com o meio físico, enquanto as novas abordagens reconheceriam de forma mais marcante a influência dos processos sociais na construção do conhecimento.

Concepções Alternativas/Espontâneas

"Nos duas últimas décadas, existe uma extensa literatura indicando que as crianças vêm para as aulas de ciências com concepções prévias que podem diferir substancialmente das idéias a serem ensinadas, que estas concepções influenciam a aprendizagem futura e que elas podem ser resistentes a mudanças".

Mesmo salientando que as pesquisas nessa área são muito diversificadas quer seja, pelas diferentes técnicas de coleta e análise dos dados, pela origem e natureza dos dados, ou ainda pela diversidade sócio-cultural das crianças envolvidas, Santos (1991), no intuito de estruturar uma caracterização geral das Concepções Alternativas, sistematizou sete itens que reuniram os elementos básicos das mesmas:

I Natureza eminentemente pessoal: refere-se ao fato de que os indivíduos interiorizam de forma própria as experiências que vivenciam no mundo real, criando assim suas representações ou explicações particulares e distintas de uma pessoa para outra.

II Natureza estruturada: ainda que espontâneas, as concepções não se caracterizam como estruturas frágeis e facilmente descartadas. Pelo contrário, mesmo que inicialmente possam ser simples, tendem a se tornar progressivamente mais gerais e complexas devido ao processo de organização constante que o indivíduo efetua com as informações que dispõe.

III Esquemas dotados de certa coerência interna: muitas das concepções dos alunos, se analisadas a partir da lógica da ciência, parecerão incoerentes e incorretas, porém o que se propõe é que tais concepções estariam de acordo com uma estruturação lógica que a própria criança organizou e que, por isso, para ela teriam coerência e estariam corretas.

IV Esquemas resistentes à mudança: baseando-se justamente nas duas últimas características apresentadas, considera-se que as concepções alternativas estão profundamente arraigadas no indivíduo, não sendo, por essa razão, propensas à mudança. Santos (1991), aponta como exemplo o trabalho de Driver & Oldhan (1986), onde os autores verificaram que, embora os alunos utilizassem corretamente os conceitos científicos em sala de aula, não o fizeram em outras situações fora do contexto escolar.

V Esquemas que perturam para além da aprendizagem formal: neste item, destaca-se o fato apontado por autores como Giordan (1978), Osborne & Cosgrove (1983) e Driver (1985), que verificaram um fenômeno denominado Efeito de Regressão, ou seja, o reaparecimento de concepções espontâneas que, em situações escolares anteriores, já haviam sido superadas pelos mesmos. Tal constatação demonstra a não superação efetiva dessas concepções em sala de aula, evidenciando simplesmente um mascaramento momentâneo.

VI Esquemas pouco consistentes: tal característica se verifica pelo fato de os alunos usarem, muitas vezes, as mesmas concepções para situações que exigiriam explicações diferentes, ou ainda, usarem explicações distintas onde seria necessário usar a mesma. Esta evidente contradição, ou inconsistência, pode mostrar-se clara para o professor, porém, aos olhos do aluno, se estiver de acordo com o que ele considerava uma estruturação lógica das suas idéias a respeito daquele assunto, certamente se mostrará correta e não contratitória.

VII Paralelismo com modelos históricos da ciência: os diversos estudos desenvolvidos, nos últimos anos, com relação às concepções espontâneas ou alternativas das crianças, sugerem uma possível aproximação entre essas idéias e os conceitos científicos que vigoraram em outros períodos da nossa história, sendo atualmente superados. Embora se trate de um ponto polêmico, muitos autores, como se poderá verificar no tópico a seguir, tomam esse paralelo entre a história da ciência e a aprendizagem em ciências como fio condutor para organizarem programas de Mudança Conceitual a serem desenvolvidos em sala de aula. Isso, por acreditarem que a evolução das idéias dos cientistas, ao longo dos diferentes períodos da história, pode trazer contribuições relevantes para a evolução dos conceitos científicos a ser compreendida pelos alunos na escola.

Mudança conceitual

"Mudança conceitual pode ser vista em termos de reconhecimento, avaliação e reconstrução: o indivíduo precisa reconhecer a existência e a natureza das suas próprias

1 - DRIVER, R. 1989. *Students' conceptions and the learning of science*. Int. J. Sci. Educ., vol. 11, special issue, p. 481.

concepções, o indivíduo decide se avalia ou não a utilidade e o valor dessas concepções, e ele decide se reconstrói ou não as mesmas².

A preocupação central desse campo de investigação poderia ser colocada, de modo geral, como sendo a tentativa de decifrar o processo através do qual um indivíduo que possui uma determinada organização de conceitos, muda para outra, incompatível com a já existente, ou seja, como se pode descrever, ou explicar, o processo de mudança conceitual dos indivíduos (Posner et al., 1982).

A apresentação a ser desenvolvida a seguir sobre a Mudança Conceitual como um campo de pesquisa no ensino de Ciências, terá como base o artigo de Posner e seus colaboradores³, no qual procuram esboçar um modelo geral para tal área. Esta opção se justifica devida à grande repercussão desse trabalho, que tem se caracterizado como uma referência básica para outros pesquisadores, seja para ratificar, seja criticar os princípios contidos nele.

Tendo em vista a dificuldade de se compreender tal processo de Mudança, os autores propõem que se faça um paralelo entre o que se verifica no indivíduo, com relação aos conteúdos científicos, e a própria filosofia da Ciência. Dentre os diversos filósofos da ciência, destacam, principalmente, as idéias de Thomas Kuhn, quando este considera que haveriam dois períodos, ou fases, distintas no desenvolvimento das Ciências. Uma, onde os chamados paradigmas, ou seja, os compromissos centrais que definem os problemas, que indicam as estratégias a serem seguidas e que especificam os critérios dessa ciência, dariam conta das novas situações, ou problemas, que se colocam para a mesma, período esse denominado por Kuhn de período da Ciência Normal.

A outra fase, seria aquela em que os desafios enfrentados por uma ciência exigiriam transformações mais profundas, havendo necessidade de uma mudança nos próprios paradigmas da mesma. Para Kuhn, este período se define como período das Revoluções Científicas.

Posner (1982) e seus colaboradores, ao estabelecerem a relação disso com o que ocorre no aluno, quando da aprendizagem das ciências, definem também para a mesma duas fases distintas; uma, denominada assimilação, onde o indivíduo é capaz de utilizar as idéias que já domina para lidar com conceitos novos e outra, denominada acomodação, onde as idéias já existentes são inadequadas perante um determinado fenômeno, exigindo que haja um processo de reorganização, ou seja, de Mudança Conceitual.

Visando então sistematizar um modelo para a Mudança Conceitual, os autores relacionaram quatro condições básicas para que a mesma se processe:

- I Insatisfação com os conceitos existentes: é necessário que o indivíduo acredite que pequenas mudanças (assimilações) não resolverão os problemas ou anomalias que se configuram para ele, passando a perceber a necessidade de uma mudança mais radical.
- II A nova concepção deve ser inteligível: o indivíduo deve ser capaz de construir uma representação coerente e com significado da nova concepção. Para isso é preciso que ele entenda os termos e os símbolos que a compõem, assim como a forma de relacionamento dos mesmos.
- III A nova concepção deve ser plausível: o novo conceito deve ser capaz de resolver os problemas gerados pelos seus predecessores, e ser consistente com as suposições (crenças) fundamentais do indivíduo.

2 - Gunstone, R. 1992. *Constructivism and Metacognition: theoretical issues in classroom studies*. In Duit, R.; Goldberg, E.; Niedderer, H. (eds.) *Research in Physics Learning: theoretical issues and empirical studies*. IPN, Kiel, p.129.

3 - Posner, G. J.; Strike, K. A.; Hewson, P. W. and Gertzel, W. A. (1982). *Accommodation of a scientific conception: towards a theory of conceptual change*. *Science Education*, 66, pp. 211-227

IV A nova concepção deve ser frutífera: o novo conceito deve ter a capacidade de se estender, revelando novas áreas de investigação.

Mesmo que se trate de uma mudança significativa no sistema (estrutura) conceitual do indivíduo, os autores indicam que a acomodação não se dá necessariamente de forma brusca, mas sim gradualmente, através de um ajustamento progressivo dos conceitos, conduzindo a uma mudança nos conceitos básicos ou centrais.

Ao longo desses últimos anos, esse modelo de Mudança Conceitual vem sofrendo críticas, por exemplo, alguns autores consideram que, por se preocupar essencialmente com o estabelecimento das bases racionais (cognitivas) necessárias para o processo de mudança, o mesmo estaria deixando de lado fatores importantes. Gunstone (1992) salienta como um destes fatores a dimensão emocional, ou seja, a preocupação de que se deva atentar para um necessário envolvimento afetivo do aluno no processo de Mudança Conceitual, uma vez que se trata de um empreendimento complexo e desgastante, exigindo esforços consideráveis desse aluno.

Pintrich (1993) e seus seus colaboradores, por outro lado, propõem uma ampliação do campo de análise da Mudança Conceitual, ao exporem a necessidade de se atentar para as relações entre o domínio cognitivo (racional) e o motivacional (subjetivo, ou seja, metas individuais, intenções, propósitos, expectativas e necessidades), bem como para os fatores contextuais de sala de aula, que condicionam tais relações.

Contribuições para a prática pedagógica do professor:

Acreditamos que as contribuições fundamentais da Mudança Conceitual e das Concepções Alternativas, como áreas de investigação do ensino das ciências, se localizem, principalmente, no fato de se voltarem prioritariamente para uma compreensão mais aprofundada dos conceitos, das idéias dos alunos e dos professores, buscando, constantemente, uma articulação com os procedimentos didáticos necessários para o envolvimento dos alunos num processo de aprendizagem efetivo, ou seja, aquele que implique numa mudança.

Ao se preocuparem com as idéias que os alunos e os professores trazem consigo para a sala de aula, os pesquisadores dessas áreas ressaltam a necessidade de um processo de auto-reflexão, em que o indivíduo deva "... ser capaz de distanciar-se de seus próprios pontos de vista, a um grau suficiente para ser capaz de avaliá-los como objetos de cognição "... processo este denominado metacognição.

Se partimos de uma perspectiva de aprendizagem como uma construção a ser compreendida pelos indivíduos, sem dúvida que o processo de metacognição, de verificação constante das próprias idéias é fundamental, principalmente, no sentido de localizar as possíveis inadequações ou anomalias, que proporcionam as condições primeiras para um processo de Mudança Conceitual.

No que se refere especificamente às práticas pedagógicas do professor em sala de aula, as abordagens de pesquisa aqui apresentadas trazem contribuições, basicamente, em dois níveis; um primeiro, que se refere à possibilidade de aprofundamento dos professores no conhecimento que os alunos já dominam sobre os conteúdos a serem trabalhados. Tal conhecimento é de fundamental importância para que o professor possa elaborar estratégias de ensino eficientes no sentido de promover o domínio dos conteúdos científicos pretendidos.

Um outro nível se traduziria pela preocupação, colocada por estas abordagens de pesquisa, com um processo constante de auto-reflexão (metacognição) do professor, tendo como objeto de análise a sua própria prática pedagógica, ou seja, sua concepção de ensino, de

(4) Kuhn, D. (1992) *Plaget's child as scientist*. In Berlin, H. & Pajfall, P. B. (eds.) *Plaget's theory*. Lawrence Erlbaum, New Jersey, p.204

como objeto de análise a sua própria prática pedagógica, ou seja, sua concepção de ensino, de aprendizagem, bem como dos respectivos papéis, do aluno e do professor, nesses processos; visando possíveis mudanças ou adaptações dessa mesma prática.

O fato de serem linhas de pesquisa demasiadamente voltadas para uma compreensão dos processos intrínsecos ao indivíduo, ou de suas idéias e concepções pode, por outro lado, resultar numa visão enviesada da realidade escolar. A nosso ver, é necessário que estejam presentes nestas investigações, referências ao que poderíamos chamar de condicionantes externos, resultantes da organização, da hierarquização, do contexto no qual a sala de aula e a escola estão inseridas.

Outro aspecto que consideramos de relevância para o ensino fundamental e médio, reside no fato de que as pesquisas nessas áreas enfatizam a necessidade de que se estabeleça um paralelo entre a atividade do professor, em sala de aula, e a do pesquisador, principalmente no que se refere a uma postura investigativa na busca e identificação dos desafios que suas práticas apresentam, bem como na utilização e procedimentos e recursos necessários para a superação dos mesmos.

Referências bibliográficas

- CARVALHO, A. M. P., GIL-PÉREZ, D. *Formação de professores de ciências*. São Paulo: Cortez, 1993.
- DRIVER, R. Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*, v.11, n.esp., p.481-490, 1989.
- DUSCHL, R. A., GITOMER, D. H. Epistemological perspectives on conceptual change: implications for educational practice. *Journal of Research in Science Teaching*, v.28, n.9, p.839-58, 1991.
- GUNSTONE, R. Constructivism and metacognition: theoretical issues and classroom studies. In DUFT, R. & GOLDBERG, F. and NIEDDERER, H. (Ed.) *Research in physics learning: theoretical issues and empirical studies*. IPN. Kiel, 1992p.129-40.
- GUNSTONE, R. E., NORTHFIELD, J. Metacognition and learning to teach. *International Journal of Science Education*. v.16, n.5, p.523-37, 1994.
- HEWSON, P. W., HEWSON, M. G. Science teachers' conceptions of teaching: implications for teacher education. *International Journal of Science Education*, v.9, n.4, p.425-40, 1987.
- HEWSON, P. H., THORLEY, N. R. The conditions of conceptual change in the classroom. *International Journal of Science Education*, v.11, n.esp., p.541-553, 1989.
- KUHN, D. Piaget's child as scientist. In BEILIN, H., PUFALL, P. B. (Ed.) *Piaget's theory*. New Jersey: Lawrence Erlbaum, p.185-208, 1992.
- PINTRICH, P. R., MARX, R. W., BOYLE, R. A. Beyond cold conceptual change: the role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, v.63, n.2, p.167-99, 1993.
- POSNER, G. J. Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, v.66, n.2, p.211-27, 1982.
- SANTOS, M. E. V. M. *Mudança conceitual na sala de aula: um desafio pedagógico*. Livros Horizonte: Lisboa, 1991.
- VILLANI, A. Conceptual change in science and science education. *Science Education*, v.76, n.2, p.223-37, 1992.