

O EDUCADOR COMO CATALIZADOR DE *INSIGHTS* NA APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS

Zélia Jófili

Departamento de Educação - UFRPE e UNICAP (jofili@iteci.com.br)

Rejane Barbosa

Departamento de Química – UFRPE (barbosas@elogica.com.br)

Resumo

Este artigo discute o papel do educador de educadores na colocação de pistas para provocar e acelerar a aprendizagem dos alunos-professores e dos alunos destes professores. Embora a experimentação, a interação com colegas, a motivação, o diálogo, a contextualização e o resgate das concepções, sejam indispensáveis, o papel do professor neste processo, é também, essencial. São sugeridas firmes intervenções na problematização dos conteúdos, na atividade investigativa, na contextualização e na valorização da interação entre parceiros, para uma apropriação crítica dos conceitos científicos. Uma pesquisa-intervenção educacional crítica é apontada como um catalizador de mudanças na educação.

Introdução

Sempre que uma novidade se acerca dos meios escolares uma luzinha se acende no íntimo dos professores: “seremos substituídos?” Quando a ênfase da escola é colocada na instrução, ou seja, apenas na transmissão de informações, pode-se considerar os meios tecnológicos, mais eficazes (considerando-se a qualidade de muitas tele-aulas) e econômicos, (considerando-se a dimensão continental do Brasil) que os mal-formados e mal-remunerados professores espalhados pelo país. No entanto, quando a ênfase se desloca para a aprendizagem e, especificamente, uma aprendizagem plena de significados para o aluno, o papel do professor é insubstituível. Inúmeros são os estudiosos que enfatizam, por diversas razões, o papel essencial do educador. Desde filósofos da educação (Gusdorf), psicólogos clínicos (Rogers), epistemólogos (Piaget), teóricos da aprendizagem (Vygotsky, Ausubel), educadores (Freire) até pesquisadores em ensino de ciências (Driver), para citar alguns representantes em cada área, todos enfatizam o papel do professor no processo de aprendizagem embora hajam algumas divergências sobre a sua forma de atuação. Para uns, seria facilitar a aprendizagem (Rogers) e, para outros, ou propiciar situações desafiadoras através da manipulação de material concreto (Piaget), problematizar os conteúdos (Freire), ou mesmo interagir e dirigir diretamente o processo (Vygotsky).

Geralmente tem sido observado que os professores, na sua prática, não valorizam os conhecimentos prévios que os alunos trazem de sua experiência de vida, parecendo considerar suas mentes vazias e passíveis de serem preenchidas pelos conhecimentos transmitidos pelo professor. Quando questionam os alunos, o fazem no sentido de conduzi-los para a direção desejada, e aqueles, por sua vez, tentam adivinhar as respostas que interessam aos professores. Quando, além disto, a compreensão dos alunos diverge da esperada pelos professores, é simplesmente desconsiderada.

A narração, de que o educador é o sujeito, conduz os educandos à memorização mecânica do conteúdo narrado. Mais ainda, a narração os transforma em “vasilhas”, em recipientes a serem “enchidos” pelo educador. Quanto mais vá

“enchendo” os recipientes com seus “depósitos”, tanto melhor educador será. Quanto mais se deixem docilmente “encher”, tanto melhores educandos serão. Desta maneira, a educação se torna um ato de depositar, em que os educandos são os depositários e o educador o depositante. (Freire, 1987:58)

Entretanto, não se pode culpar exclusivamente os professores pois estes são frutos de cursos de formação deficientes, centrados no tradicionalismo, onde o formato expositivo das aulas, estimula a aprendizagem passiva e os licenciandos tornam-se mais habituados à recepção de conhecimentos que a sua produção (Carvalho e Gil-Pérez, 1995). Para uma prática diferenciada, o professor deve ter conhecimento das novas teorias que envolvem o processo de ensino-aprendizagem, o que muitas vezes não acontece. Além disso, não é suficiente o professor *conhecer*, é necessário que ele vivencie o processo na sala de aula. Não é muito relevante se *ensinar como fazer* se isto não for consolidado *pelo fazer de quem ensina*.

O conhecimento não deve ser apresentado aos alunos como um produto acabado mas como uma construção a ser feita mediante a experimentação, a contextualização, o estudo e discussão em grupos e o estímulo à dúvida, levando-se em consideração os conhecimentos prévios dos alunos. A análise dos conhecimentos prévios indicará se aqueles são relevantes para a compreensão do novo conteúdo. Caso sejam considerados insuficientes, não se deve iniciar o processo de ensino de um novo conteúdo pois poderemos ter como consequência uma aprendizagem mecânica, baseada na memorização ou podem ocorrer relações inadequadas como mostra o exemplo apresentado por Miras (1998:57):

Professor: Júlio, responda: Por que os Judeus foram expulsos da Espanha?

Júlio: Porque não se deixaram fotografar.

Professor: Como? De onde você tirou isso?

Júlio: É o que está no livro.

Professor: Está, é? Onde?

Júlio: Aqui, olhe: porque eles não se retrataram.

Nesse caso, cabe ao professor rever os seus objetivos a fim de corrigir esta situação o mais breve possível. Por outro lado é importante considerar que, mesmo que os alunos tenham conhecimentos prévios suficientes para abordar o novo conteúdo, isso não assegura que os tenham presentes em todo momento ao longo do seu processo de aprendizagem. Desta forma, é tão importante que os alunos tenham conhecimentos prévios pertinentes como que os utilizem no momento adequado para estabelecer relações com o novo conteúdo (Miras, 1998).

A aprendizagem sobre o mundo não ocorre num vazio. As crianças recebem do meio social fortes influências através da cultura e linguagem. Um exemplo disto são as expressões correntes que veiculam conhecimentos oriundos do senso comum. O exemplo apresentado por Watts et al. (1997) em que é perguntado aos alunos o que acontece com a temperatura de uma pedra de gelo tirada do congelador e deixada sobre a pia, à temperatura ambiente, é bem característico. Frequentemente os alunos usaram a expressão: a temperatura diminui... Existe uma explicação simples, baseada na influência cultural, para este tipo de resposta. Muitas vezes, a criança ouve a mãe dizer: ‘A água está muito gelada, deixe esfriar um pouco antes de bebê-la!’ Considerando que não se bebe água quente o que está de fato se querendo dizer é para deixar a água atingir a temperatura ambiente. Os alunos, sem se darem conta do erro conceitual em que incidem, precisam ser alertados pelo professor.

Sem dúvida, embora a experimentação, a interação com colegas, a motivação, o diálogo, a contextualização e o resgate dos conceitos, sejam indispensáveis, o papel do

professor neste processo, é também, essencial. A seguir consideraremos alguns exemplos ligados ao papel do professor na experimentação, na interação social, na contextualização do ensino e na problematização.

A experimentação

A experimentação é importante na formação de elos entre as concepções espontâneas e os conceitos científicos, propiciando aos alunos oportunidades de confirmar as idéias ou então reestruturá-las. Muitos professores de ciências que não têm acesso a materiais para realização de experimentos, acreditam que a simples demonstração experimental leva a uma aprendizagem conceitual. Assim também acreditava Riso, uma das professoras que participou de um estudo sobre a formação em serviço de professores-pesquisadores (Watts et al. 1997). Como esta era, para ela, uma questão que não permitia discussões, lhe foi sugerido como tema de estudo, comprovar a importância do experimento na aprendizagem conceitual. Ao realizar um experimento com alunos de 5ª série de uma escola pública, sobre os conceitos de fusão e vaporização, a professora estava objetivando testar se esses conceitos poderiam ser apreendidos através da observação do experimento. A professora em questão, com a finalidade de direcionar as observações, formulou uma série de perguntas. Os alunos estavam visivelmente interessados durante a realização do experimento. No entanto, seu desapontamento foi imenso quando, na aula seguinte, ao apresentar um problema envolvendo os conceitos demonstrados na aula anterior, os alunos não estabeleceram qualquer relação com o experimento.

Estudos comparativos entre países que utilizam corriqueiramente laboratórios para aulas de ciências (Inglaterra) e outros, onde o enfoque de suas aulas é majoritariamente teórico (Espanha, Brasil) mostram que realização de experimentos, por si só, não responde por uma aprendizagem ou evolução conceitual. Por exemplo, Watson et al. (1995) observou que o intensivo uso de laboratórios pelos alunos de escolas inglesas não correspondeu a uma melhor compreensão de conceitos químicos por parte daqueles estudantes em relação aos espanhóis. Barbosa (1996) constatou o mesmo com relação a estudantes brasileiros.

Isto reforça a importância do papel do professor na substituição de uma postura que utiliza a experimentação apenas de forma demonstrativa, por outra que enfatiza o seu caráter investigativo. Este aspecto foi comprovado por Jófili (1993) ao comparar a postura de licenciandos de ciências no Brasil e na Inglaterra. Embora em contextos diferentes (condições sócio-econômicas das escolas, alunos e professores), a postura de ambos foi idêntica, ou seja, demonstrativa e não investigativa.

Dando continuidade a seu experimento, Riso introduziu o mesmo conteúdo com outra turma de 5ª série, desta vez jovens-adultos do turno da noite. Com estes alunos iniciou o trabalho propondo algumas questões para serem discutidas e respondidas em grupo. Depois de provocar muita polêmica e intensa curiosidade nos alunos, o experimento foi realizado. Desta vez, os alunos observaram o experimento tentando encontrar respostas para as questões que se colocaram. Estavam, como os da turma anterior, extremamente motivados mas, além disto, tinham formulado algumas hipóteses e estavam ansiosos por comprová-las. Neste caso a aprendizagem foi extremamente significativa.

O que podemos deduzir? O depoimento da professora-pesquisadora indica algumas pistas:

Notei aqui a importância do experimento quando introduzido após a evocação e discussão dos conceitos prévios dos alunos e a partir de uma situação problema em que foram instigados a fazer predições. Neste caso, quando o aluno busca explicações para o fenômeno usando o conhecimento disponível, ele está sendo instigado a pensar e o experimento recebe outra expressão, uma vez que se torna um meio para o aluno testar suas predições. Isto me faz acreditar que ao planejar um experimento, é importante levar em consideração as dificuldades que os alunos apresentam para construir ou modificar o seu conhecimento. O uso do experimento somente como elemento comprovador de fatos não leva o aluno a pensar sobre o fenômeno. Trabalhar a construção do conhecimento requer de professores e alunos plena consciência da responsabilidade que têm no processo. Havendo uma divisão na responsabilidade, haverá uma diminuição na angústia do professor, levando-o a ficar mais próximo do aluno que, por sua vez, ao compreender que a responsabilidade pela aprendizagem também é sua, torna-se mais participativo nas aulas.

Interação social

Estudo conduzido por Barbosa (1996) mostra o resultado, incomensuravelmente superior, de uma sala de aula em que os alunos interagiram na busca da apropriação dos conceitos em estudo, em comparação com outra em que os alunos não interagiram entre si. Neste estudo, observou-se que num contexto de aprendizagem em grupo, a busca do consenso leva os alunos mais adiantados a contribuir com suas idéias, facilitando o descarte das “idéias absurdas” e elevando o nível das discussões para explicações mais lógicas e a uma melhor compreensão de idéias abstratas.

Fatos semelhantes foram comentados por Riso (Bezerra, 1994), no relato do seu estudo sobre a contribuição da socialização e discussão para a reestruturação conceitual:

Durante a fase de socialização e discussão de idéias, ocorridas em ambas as turmas, em momentos diferentes, percebi como são interessantes e enriquecedoras as trocas de informações que ocorrem entre eles. Nos momentos de discussão em grupo eles conseguem arrumar as idéias a partir das colocações de cada componente do grupo. Cada argumento colocado para discussão é analisado e refletido. Permanece a argumentação que se mostrar mais consistente durante as colocações dos componentes e, aos poucos o conceito vai se formando. Quando se parte para discussões mais amplas, com toda a turma, pontos obscuros para alguns grupos vão se clareando. A impressão que tive foi que colocações de um grupo produziam "explosões de luz" em outros grupos. Isto ficou claro quando, ao final da discussão, determinados grupos haviam acrescentado ou retirado alguma informação antes discutida e colocada para debate.

Achei esse momento, no processo de reestruturação dos conceitos, por demais significativo para não dizer emocionante. Foi gratificante ver os meus alunos arrumando suas idéias aos pouquinhos, trocando informações entre si, defendendo suas opiniões, participando do processo de discussão com a finalidade de formar um conceito, explorando as suas curiosidades e, por fim, modificando a sua forma de ver o mundo através do processo de interação com as diversas informações colocadas para discussão.

Outro estudo conduzido por Jófili et al. (1999) com alunos de ciências da 7^a série, mostra uma clara evolução conceitual dos alunos após o trabalho em grupo. A professora ficou surpresa ao constatar que os alunos “sabiam quase tudo” sobre o assunto em estudo sem que ela tivesse “ensinado nada” (transmitido) mas apenas, possibilitado aos estudantes a oportunidade de expressarem, partilharem e organizarem suas experiências sobre o tópico, com os colegas.

A intervenção da professora foi necessária quando, numa etapa posterior, os alunos foram instruídos a comparar suas convicções antes e após a exposição e discussão dos resultados de todos os grupos. Como mostraram-se desinteressados, seguindo as instruções mecanicamente, ela teve que chamar a atenção para a importância desse momento em que tinham a oportunidade de confrontar e testar seus conhecimentos anteriores com as argumentações dos colegas e as evidências do livro-texto e, assim, assumir a responsabilidade por sua própria aprendizagem.

Extraí-se daí algumas recomendações para os professores:

- considerar as interações entre os alunos como o próprio centro do processo de aprendizagem e não como atividades periféricas na sala de aula (Hertz-Lazarowitz et al., 1984);
- utilizar o trabalho em grupo como um instrumento que favoreça a troca e a evolução das idéias num processo criativo e produtivo com o acompanhamento cuidadoso e próximo do professor;
- colocar questões (problematizar o conteúdo) para instigar o pensamento dos alunos.

Contextualização

Lima et al. (1999) demonstra a importância da contextualização para a aprendizagem de conceitos químicos. Nesse estudo foi focado, o uso de aditivos químicos na conservação dos alimentos, utilizando-se materiais acessíveis como batata, tomate, fígado de boi, sal, óleo. Como pode ser observado na tabela abaixo, que apresenta a compreensão dos alunos sobre a função e importância dos aditivos alimentares antes e após a intervenção didática, a maioria dos alunos (95% da escola A e 60% da escola B) não tinha entendimento do que vinha a ser aditivo, não respondendo assim a questão. Os poucos alunos que a responderam, citaram como aditivos apenas temperos caseiros. Com relação a importância dos aditivos, apenas 15% apresentaram respostas aceitáveis. A evolução observada no pós-teste I foi bastante significativa: 65% das respostas aceitáveis, quanto à função dos aditivos, e 95%, quanto a sua importância.

Tabela 1 - Funções e importância dos aditivos alimentares para os alunos

Critérios	Pré-teste		Pós-teste I		Pós-teste II	
	Escola A	Escola B	Escola A	Escola B	Escola A	Escola B
Função						
A	0%	05%	65%	40%	95%	95%
Pa	0%	15%	30%	45%	0%	0%
Na	05%	20%	0%	0%	0%	05%
Nr	95%	60%	05%	15%	05%	0%
Importância	Escola A	Escola B	Escola A	Escola B	Escola A	Escola B
A	15%	20%	95%	80%	80%	80%
Pa	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Na	05%	25%	0%	10%	20%	20%
Nr	80%	55%	05%	10%	0%	0%

A - respostas aceitáveis

PA - respostas parcialmente aceitáveis

NA - respostas não aceitáveis

NR - não responderam

A metodologia adotada baseou-se na predição, observação, registro e elaboração de relatórios com as conclusões de cada grupo, que foram apresentados numa discussão, expandida para toda a classe, sob a supervisão direta da professora. Houve, nesse momento, a oportunidade de confronto entre idéias divergentes. As leituras sugeridas pelas professoras, propiciaram um aprofundamento do tópico sob estudo e a coleta e análise de rótulos de alimentos ajudou na contextualização. Os rótulos dos alimentos, anteriormente despercebidos pelos alunos, passaram a ter um significado e influir decisivamente numa escolha, fundamentada cientificamente, de alimentos mais adequados a sua saúde.

Dando continuidade as aulas, as professoras observaram que a questão dos aditivos pôde ser ampliada e aprofundada ao serem abordados outros tópicos de cinética química. Isto ficou claro quando da realização do pós-teste II, cerca de quatro semanas após a realização do pós-teste I. A intenção, no caso, era verificar se os alunos retiveram os conceitos ou se apenas houve uma aprendizagem não significativa e passageira. No entanto, o que verificamos foi que houve, no caso de funções dos aditivos, um progresso. Isto talvez possa ser explicado pelo aprofundamento do assunto e o estabelecimento de elos entre os tópicos. O conteúdo estudado não era um aspecto isolado da química mas profundamente relacionado com os demais, estudados posteriormente.

O mesmo pôde ser observado no estudo dos fatores que influenciam na velocidade de reações químicas (tabela 2).

Tabela 2 - Fatores que influenciam na velocidade de reações químicas

Critérios	Pós teste I		Pós teste II	
	Escola A	Escola B	Escola A	Escola B
A	45%	10%	70%	40%
PA	15%	10%	10%	10%
NA	30%	15%	15%	30%
NR	10%	65%	05%	20%

A – Respostas aceitáveis

PA – respostas parcialmente aceitáveis

NA – respostas não aceitáveis

NR – não responderam.

A seguir, exemplificaremos com respostas dos alunos à questões formuladas antes e após o experimento, com relação aos métodos de conservação dos alimentos:

Antes da intervenção	Após a intervenção
Não sei	Um processo muito conhecido é o uso do sal e o resfriamento dos alimentos. O sal atua conservando o cheiro e a consistência e, o resfriamento, dificultando as atividades dos microorganismos.
Resfriá-los; ferver a carne ou preparar quando for usar.	Aplicação de aditivos e conservantes. Eles atuam protegendo os alimentos dos microorganismos e deixando inalterados a cor, o aroma, a consistência, umidade etc.

Na avaliação realizada pelos alunos após a intervenção, eles reconheceram a utilidade da cinética química na vida prática e também a eficácia da metodologia aplicada ao afirmarem que:

- *Nós tivemos mais liberdade de aprender formulando nossas próprias opiniões.*
- *Gostei de estudar cinética química simplesmente porque foi aplicada.*
- *A maneira com que aprendemos a conservar alimentos em aulas práticas foi bastante agradável.*
- *Gostei de estudar cinética química porque aprendi como acelerar e retardar uma reação.*

Pesquisa-intervenção educacional

A pesquisa em sala de aula como instrumento para acelerar mudanças na prática do professor tem sido enfatizada por muitos estudiosos (Karr e Kemmis, 1986; André, 1995; Kincheloe, 1997).

Kincheloe (1997:179) considera que “pesquisar é um ato cognitivo porque ele nos ensina a pensar num nível mais elevado” e, por isto, sugere a utilização da pesquisa-intervenção no ensino como uma “estratégia pedagógica para ajudar os professores a libertarem-se da prisão do pensamento modernista”.

Jófilo et al. (1999) apresenta algumas evidências de desenvolvimento da consciência crítica do professor-pesquisador provocada por este tipo de pesquisa. Ao analisar seus resultados Ana se deu conta do quanto sua prática anterior costumava ser autoritária ao não permitir que os alunos avaliassem suas próprias idéias ou sequer pudessem expressá-las, embora se considerasse uma professora democrática. Ela observou também que quando o conteúdo é transmitido sem levar em consideração a forma como os alunos percebem o fenômeno sob estudo, o professor torna-se o centro das atenções quando, para ela, esta atenção deveria ser partilhada com os alunos. Segundo seu depoimento,

Os alunos que participaram da minha pesquisa-intervenção, não são mais os mesmos. Eles descobriram seu papel na construção do conhecimento e tornaram-se conscientes de que a aprendizagem não depende apenas do professor – se ele ensina bem ou mal – mas da oportunidade que eles (alunos) têm de construir seu próprio conhecimento e do seu senso de responsabilidade nesta tarefa.

A pesquisa-intervenção lhe permitiu entender as dificuldades dos alunos por um outro ângulo e perceber que poderiam ser superadas se lhes fosse permitido pensar e expressar suas idéias, se apropriando da própria aprendizagem. Adotando esta abordagem de ensino, a relação professor aluno tornou-se mais aberta. Ela conclui, afirmando:

Eu mudei quando comecei a perceber os estudantes como parte do processo de aprendizagem e me tranqüilizei quando finalmente entendi que a responsabilidade pela aprendizagem não era só minha (...) Agora eu sei que depende do contexto em que os alunos estão inseridos, da experiência que eles trazem e de suas condições físicas e psicológicas.

Bibliografia

ANDRÉ, M. *Etnografia da Prática Escolar*. Campinas: Papirus, 1995.

BARBOSA, R. M. *The Influence of Social Interaction on Young Pupils Learning Science*. Tese de Doutorado. University of East Anglia, Norwich, 1996.

BEZERRA, R. *Experimentou... Aprendeu? um estudo sobre o momento da introdução do experimento na construção dos conceitos de fusão e vaporização*. Monografia apresentada no Curso de Aperfeiçoamento sobre Construtivismo e Ensino de Ciências. Recife, UFRPE, 1994.

CARVALHO, A. M. e GIL-PÉREZ, D. *Formação de Professores de Ciências*. 2^a ed. São Paulo: Cortez, 1995.

FREIRE, P. (1987) *Pedagogia do Oprimido*, 16^a ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

HERTZ-LAZAROWITZ, R.; BAIRD, H. J.; WEBB, C. D., E LAZAROWITZ, R. Student - student interactions in Science classrooms: A naturalistic study. *Science Education* 68(5):603-619, 1984.

JÓFILI, Z. *O Construtivismo e a Formação de Professores de Ciências*. Comunicação apresentada na 46^a. Reunião da SBPC. Recife, julho, 1993.

JÓFILI, Z.; GERALDO, A. e WATTS, M. A Course for Critical Constructivism through Action Research: a case study from biology. *Research in Science & Technological Education*, Vol. 17 (1):5-17, 1999.

KINCHELOE, J. *A Formação do Professor como Compromisso Político: Mapeando o Pós-Moderno*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

LIMA, J.; PINA, S.; BARBOSA, R.; e JÓFILI, Z. *Os Aditivos Alimentares e o Ensino de Química*. Comunicação apresentada no XIV Encontro de Pesquisa Educacional do Nordeste, 16-18/Junho, Salvador, BA. 1999.

MIRAS, M. *Um ponto de partida para a aprendizagem de novos conteúdos: os conhecimentos prévios*. Capítulo 3, p. 57-77. In: COLL, C.; MARTIN, E.; MAURIT, T.; MIRAS, M.; ONRÚBIO, J.; SOLE, I. e ZAMBALA, A. *O Construtivismo na Sala de Aula*. São Paulo: Ática, 1998.

WATSON, R.; PRIETO, T.; E DILLON, J. The effect of practical work on students' understanding of combustion. *Journal of Research in Science teaching* 32(5):487-502. 1995.

WATTS, M.; JÓFILI, Z. E BEZERRA, R. A Case for Critical Constructivism and Critical Thinking in Science Education. *Research in Science Education*, 27(2):309-322, 1997.