



Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa

Cleudson Carneiro Guimarães

Este artigo trata de uma experiência com alunos da 1ª série do Ensino Médio, utilizando o laboratório como espaço de investigação. A abordagem envolveu os educandos na tentativa de identificar a composição de um material a partir das propriedades. A metodologia permitiu perceber a interferência do ensino formal quando se pretende mediar aprendizagens por descoberta e em que medida a experimentação pode tornar a aprendizagem significativa.

► experimentação, ensino de química, problematização ◀

Recebido em 16/08/07, aceito em 20/03/09

198

Muitas críticas ao ensino tradicional referem-se à ação passiva do aprendiz que frequentemente é tratado como mero ouvinte das informações que o professor expõe. Tais informações, quase sempre, não se relacionam aos conhecimentos prévios que os estudantes construíram ao longo de sua vida. E quando não há relação entre o que o aluno já sabe e aquilo que ele está aprendendo, a aprendizagem não é significativa.

As informações transmitidas em sala respondem aos questionamentos e/ou conflitos de gerações anteriores ao aprendiz. Entretanto, esses conflitos e questionamentos nunca lhes foram acessíveis. Isso só enfatiza uma visão aproblemática da ciência. Consequentemente, as aulas expositivas respondem a questionamentos aos quais os alunos nunca tiveram acesso. Então por que não criar problemas reais e concretos para que os aprendizes possam ser atores da construção do próprio conhecimento?

Experimentação e o ensino de ciências

No ensino de ciências, a experimentação pode ser uma estratégia

eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização¹ e o estímulo de questionamentos de investigação. Nessa perspectiva, o conteúdo a ser trabalhado caracteriza-se como resposta aos questionamentos feitos pelos educandos durante a interação com o contexto criado. No entanto, essa metodologia não deve ser pautada nas aulas experimentais do tipo “receita de bolo”, em que os aprendizes recebem um roteiro para seguir e devem obter os resultados que o professor espera, tampouco apeterer que o conhecimento seja construído pela mera observação. Fazer ciência², no campo científico, não é atóxico. Ao ensinar ciência, no âmbito escolar, deve-se também levar em consideração que toda observação não é feita num vazio conceitual, mas a partir de um corpo teórico que orienta a observação. Logo, é necessário nortear o que os estudantes observarão. Expressões como “observe a reação

entre o ácido sulfúrico e o ferro” exige questionamentos: Observar o quê? A produção de gases ou a liberação de energia?

Além disso, quando o experimento é realizado com a intenção de que os alunos obtenham os resultados esperados pelo professor, não há problema algum a ser resolvido, e o aprendiz não é desafiado a testar suas próprias hipóteses ou encontrar inconsistência entre sua forma de explicar e a aceita cientificamente. Terá apenas que

constatar a teoria e desprezar as divergências entre o que ele percebeu e o que acha que o professor espera que ele obtenha. Segundo Izquierdo e cols. (1999), a experimentação na escola pode ter diversas funções como a de ilustrar um princípio, desenvolver atividades práticas, testar hipóteses ou como investigação. No entanto, essa última, acrescentam esses autores, é a que mais ajuda o aluno a aprender.

A experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação.

Aprendizagem significativa

A teoria da aprendizagem significativa é uma abordagem cognitivista da construção do conhecimento. Segundo David Ausubel (*apud* Moreira, 2006), “é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo” (p. 14). A ideia parece muito simples. Se a pretensão do educador é ensinar significativamente, basta que este avalie o que o aluno já sabe e então ensine de acordo com esses conhecimentos. Portanto, o fator isolado mais importante, segundo Ausubel (*apud* Moreira, 2006), que influencia na aprendizagem significativa, é aquilo que o aluno já sabe.

Nesse processo, a nova informação interage com uma estrutura de conhecimentos específicos, ao qual Ausubel chama de “conceito subsunçor”, estabelecendo ligações ou “pontes cognitivas” entre o que ele sabe e o que ele está aprendendo. Por isso, pode-se dizer que a aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação ancora-se a conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Vale ressaltar que não se trata de uma mera união, mas um processo de assimilação em que a nova informação modifica os conceitos subsunçores, transformando-os em conceitos mais gerais e abrangentes.

Em oposição à aprendizagem significativa, está a aprendizagem mecânica ou automática, como sendo aquela em que a nova informação é aprendida sem que haja interação com informações existentes na estrutura cognitiva do sujeito. A informação é armazenada de forma literal e arbitrária, contribuindo pouco ou nada para a elaboração e diferenciação daquilo que ele sabe.

Segundo Moreira (2006), a distinção entre aprendizagem significativa e mecânica não deve ser confundida com aprendizagem por descoberta e

por recepção. Conforme o autor, na aprendizagem por recepção, o que deve ser aprendido é apresentado ao aprendiz em sua forma final. Enquanto, a por descoberta, o conteúdo principal é descoberto pelo aluno. Tanto uma quanto a outra pode ser significativa, basta, para isso, que o novo conhecimento se relacione aos subsunçores.

Apesar de a ideia parecer muito simples, as suas implicações são complexas. Primeiro, para ensinar significativamente, é necessário conhecer o que o aluno já sabe, embora o saber pertença à estrutura cognitiva do sujeito e seja de natureza idiossincrática. Isso significa que não é um processo simples avaliar o que o sujeito sabe para em seguida agir de acordo. No entanto, é possível encontrar vestígios dos conhecimentos

existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. O enfrentamento de problemas pode ser um momento em que o professor pode encontrar tais vestígios, pois para enfrentar os problemas, não basta ao aprendiz ter memorizado os conceitos, as informações. É necessário transformar o conhecimento original em ações e expressá-lo em forma de linguagens oral ou escrita. Situações que permitem ao educador ter indícios daquilo que o aluno já sabe são aquelas que exigem transformações do conhecimento aprendido. Essas situações podem ser criadas a partir de um problema real ou até de uma questão de prova escrita a qual não pode ser do tipo que exige uma resposta direta e memorizável, mas sim uma situação nova que exija transformação do conhecimento original, fazendo-o, por exemplo, reescrever com suas próprias palavras aquilo que aprendeu ou aplicar o conhecimento para explicar um fenômeno novo ou tomar uma decisão baseando-se num determinado saber.

Ao ensinar ciência, no âmbito escolar, deve-se levar em consideração que toda observação é feita a partir de um corpo teórico que orienta a observação.

Se a pretensão do educador é ensinar significativamente, basta que este avalie o que o aluno já sabe e então ensine de acordo com esses conhecimentos.

Aprendizagem significativa e ações em sala de aula

O professor pode considerar, em aulas expositivas, as descobertas dos aprendizes para trabalhar significativamente os conteúdos pretendidos, pois ao trabalhar com as dificuldades e explicações dos alunos ao fenômeno, ele aliará as concepções prévias aos novos conhecimentos. Não se trata de trabalhar a química que só existe no livro e para a escola. Ao utilizar a experimentação, associando os conteúdos curriculares ao que o educando vivenciou, o educador trabalhará de forma contextualizada, pois não é o problema proposto pelo livro ou a questão da lista de exercício, mas os problemas e as explicações construídas pelos atores do aprender diante de situações concretas.

A experimentação pode ser utilizada para demonstrar os conteúdos trabalhados, mas utilizar a experimentação na resolução de problemas pode tornar a ação do educando mais ativa. No entanto, para isso, é necessário desafiá-los com problemas reais; motivá-los e ajudá-los a superar os problemas que parecem intransponíveis; permitir a cooperação e o trabalho em grupo; avaliar não numa perspectiva de apenas dar uma nota, mas na intenção de criar ações que intervenham na aprendizagem (Hoffmann, 2001; Perrenoud, 1999; Luckesi, 2003).

Desafio proposto e questionamentos

Pensando nessas premissas é que foi proposto aos alunos da 1ª série do Ensino Médio um desafio no início do ano letivo: Identificar, a partir de parâmetros orientados pelo professor, qual(is) a(s) substância(s) que está(ão) presente(s) em recipientes contendo líquidos com composições diferentes. Para superar o desafio, formaram-se grupos de, no máximo, quatro componentes. Antes de investigar, era necessário saber o que cada grupo estava indo pesquisar. Por isso, a turma foi provocada com alguns questionamentos:

- O que você faria para identificar quais são os produtos químicos presentes na água de uma lagoa?
- Como você identificaria se um material é composto por apenas um tipo de substância ou por várias?
- Como as propriedades específicas podem nos ajudar a identificar quais os tipos de substâncias fazem parte de um material?
- Se o material escolhido for uma mistura, então como podemos isolar as substâncias que a compõe?
- Em que medida as nossas próximas atividades podem nos ajudar a compreender o trabalho de investigação científica?

Ações para superar o desafio

O próximo passo do desafio proposto foi a visita ao laboratório, mas antes disso, os educandos receberam orientações sobre os cuidados no manuseio dos materiais que seriam utilizados; informes sobre os riscos do trabalho nesse local; estabelecimento de regras de conduta; e socialização das questões. No laboratório, existiam vários balões volumétricos contendo diferentes

líquidos, e a equipe deveria escolher apenas um para realizar suas investigações. Para evitar acidente, cada balão volumétrico foi identificado com um número que servia como um código para o professor. Assim era possível identificar a composição dos materiais a qualquer momento.

As aulas seguintes foram temáticas no intuito de orientar as investigações. Foram feitas algumas mediações como, por exemplo: "Hoje vamos estudar se o nosso material tem ponto de ebulição fixo". Para nortear a busca, a turma era instigada com questionamentos do tipo:

- É possível aquecer um material sem que haja aumento da temperatura?
- Por que os pontos de fusão e ebulição podem auxiliar na

identificação da composição do material que estamos usando?

- O que a literatura informa sobre o aquecimento dos materiais?

Ocorreram várias aulas temáticas: "Densidade: uma propriedade específica?"; "Ponto de fulgor: o que é isso?"; "Liberação de luz pelo material: pode nos ajudar a identificar a composição?"; "Solubilidade em água: o que é isso? Pode nos ajudar?"; "Acidez e basicidade: o que é isso e como o pH pode nos ajudar?"; e "Reações químicas: como podemos usá-las para identificar a presença de uma determinada substância?".

O trabalho abrange uma quantidade de conteúdos maior do que aquele pretendido numa unidade de estudo. Portanto, o projeto se estendeu ao longo das duas primeiras unidades e os dados coletados serviram para trabalhar os demais assuntos ao longo do segundo semestre do ano letivo. Diante disso, é necessário considerar

a atemporalidade do projeto e saber que o trabalho de investigação é muito lento inicialmente, mas permite avançar as discussões posteriores, "compensando" o tempo gasto com a investigação.

Ao final de cada aula no laboratório, os aprendizes produziram um relato no qual registraram as atividades e as informações obtidas. Essa atitude permitiu utilizar a produção textual como ferramenta pedagógica, pois com ela é possível resgatar em sala o que cada grupo afirma ter aprendido, suas prováveis dúvidas e os dados coletados. Para isso, basta solicitar que cada grupo leia em voz alta o texto produzido. Nesse momento, é muito oportuno utilizar a aula expositiva para redefinir conteúdos, tirar dúvidas e sistematizar os conceitos trabalhados, numa perspectiva de construir significados, usando uma forma específica de ver e interpretar fenômenos: o conhe-

cimento químico, que é dotado de simbologia, significado e linguagem própria, em que a construção dos significados aceitos pela comunidade de químicos, acontece pela interação entre professor e aluno. Tal atividade permite relacionar novas informações às que os aprendizes já sabem, conduzindo o grupo rumo à aprendizagem significativa.

Após o grupo ter identificado as substâncias – a partir da comparação entre os dados coletados no laboratório

e aqueles presentes em uma lista contendo o nome de substâncias, sua fórmula e suas propriedades específicas –, deveriam produzir uma monografia explicitando objetivos, metodologia, dados coletados e apresentar uma discussão teórica. A realização dessa tarefa foi facilitada pelo resgate dos relatos de cada aula temática, pois neles estavam presentes os dados e os caminhos percorridos.

Avaliando o processo

Para compreender o que os alunos afirmam sobre a atividade, foi sugerida uma avaliação por meio da qual pudessem expressar o que consideram erros e acertos da metodologia adotada e apresentar sugestões. Segundo eles, as aulas expositivas são fundamentais durante e após as investigações no laboratório, pois sem elas "o conteúdo ficaria solto", dando a sensação aos aprendizes de que o conteúdo não tivesse sido trabalhado. Isso significa, segundo dizem os alunos, que os melhores resultados na aprendizagem ocorrem quando há aulas de reflexão concomitante e após a investigação.

Os educandos expressaram críticas quanto à estratégia utilizada, principalmente porque foi diferente daquelas que estão habituados a conviver ou observar em outras escolas. Outras porque a estratégia era nova e estava sendo construída pela interação do professor com seus alunos. No entanto, de forma geral,

A aprendizagem significativa ocorre quando uma nova informação ancora-se a conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

O fator mais importante que influencia na aprendizagem significativa é aquilo que o aluno já sabe.

percebeu-se um significativo envolvimento da turma tanto na investigação, análise de dados e construção da monografia quanto nas aulas posteriores ao trabalho, em que se resgatou os dados coletados para discutir conteúdos como tabela periódica, ligação química e funções inorgânicas. Ao estudar esses assuntos, pretendeu-se mostrar que as propriedades por eles estudadas dependiam da composição da substância (daí a necessidade de estudar os elementos químicos) e do tipo de ligação entre eles.

Outra dificuldade, apontada pelos aprendizes, foi quanto à utilização dos livros didáticos, os quais apresentam o conteúdo de forma fragmentada, sem um contexto e que favorece a aprendizagem mecânica. O livro que demonstrou ser potencialmente significativo à nossa proposta foi *Química para o ensino médio* de Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado (2002). Nesse contexto, o que os alunos apontaram como dificuldade, o professor classifica como conquista, pois a escola não adota um livro didático. Então os aprendizes puderam usar livros didáticos diferentes e pesquisas na internet, exercitando, explicitamente, o aprender a aprender (Delors, 2001) e, com isso, emitir pareceres sobre diferentes abordagens do mesmo assunto. Naturalmente, outros pilares, apontados por Delors (2001), como aprender a fazer e a ser fizeram parte do trabalho. Afinal, as ações em laboratório foram em grupo e o respeito às regras e o cuidado consigo e com os outros foi fundamental para proteger a si mesmo e os colegas.

Resistência ao projeto

Durante o processo, surgiram resistências por parte dos aprendizes expressas em algumas falas dos estudantes, tais como:

“Professor, a outra escola já está em tabela periódica, quando é que nós vamos trabalhar esse assunto?”

“Nós estamos perdendo tempo indo ao laboratório. Se estivéssemos

só discutindo em sala, já estaríamos bem adiantados.”

“Por que fazer monografia? Isso cai no vestibular?”

“Professor, se ao invés de investigar estivéssemos dando assunto e resolvendo lista de exercício, não adiantaríamos o assunto?”

“Acho que só deveríamos ir ao laboratório após ver a teoria.”

“Ficar fazendo pergunta só faz confundir a gente.”

“Qual a relação entre este trabalho e aquilo que é cobrado no vestibular?”

Acredita-se ser necessário dar oportunidade para que os estudantes possam se expressar e, para isso, o professor precisa ter abertura para ouvir as críticas e convicção no que está fazendo para contra-argumentar, reforçando para os estudantes a importância da realização do trabalho e, inclusive, as implicações futuras. O educador precisa estar atento ao fato de que o contexto de outras escolas é diferente daquele gerado por sua ação pedagógica, e isso interfere na forma como os estudantes veem o trabalho.

Quando se pretende inserir uma estratégia pedagógica que fuja às práticas comuns, é necessário ficar atento ao desafio de aliar as metodologias tradicionais às novas propostas de construir o conhecimento, caso contrário o trabalho pode tender ao fracasso. Essa tendência só será percebida e combatida se o educador estiver aberto às outras perspectivas de avaliar e não abandonar provas escritas, resolução de listas de exercício, aulas expositivas, cobrar empenho dos educandos e promover reflexões sobre a natureza do trabalho científico como nos aponta Schatzman (*apud* Medeiros e Bezerra Filho, 2000):

A ciência não pode ser ensinada como um dogma inquestionável. Um ensino da ciência que não ensine a pensar, a refletir, a criticar, que subs-

titua a busca de explicações convincentes pela fé na palavra do mestre, pode ser tudo menos um verdadeiro ensino da ciência. É antes de mais nada um ensino de obediência cega incorporado numa cultura repressiva. (p. 108)

Considerações finais

Uma experiência dessa natureza demanda tempo e o apoio dos atores que compõem a escola (direção, coordenação, pais e alunos). O trabalho nas primeiras unidades é lento, porém se observa que a utilização do conteúdo como ferramenta de resolução de problemas concretos facilita a compreensão das abstrações necessárias à compreensão do conhecimento químico expresso numa forma de linguagem própria e incomum ao cotidiano dos estudantes.

Parece impossível realizar mais de um projeto dessa dimensão ao longo de um mesmo ano. Todavia, não demonstrou ser necessário, afinal ao projetá-lo, pensou-se em sua atemporalidade. Ou seja, os dados coletados ao longo do trabalho foram retomados

constantemente ao longo do ano letivo no intuito de trabalhar os assuntos das unidades posteriores a partir das informações obtidas no laboratório. Percebeu-se que a investigação foi um processo lento, mas que a coleta de dados de cada grupo deu subsídios e facilitou o trabalho com os conteúdos subsequentes. Isso não significa que se deva abandonar o laboratório, mas trabalhar todos os assuntos do ano a partir da investigação inviabiliza qualquer proposta devido à quantidade de conteúdos existente no currículo. Concordamos com Moreira (1999) quando afirma que seria impossível e desnecessário ao educando redescobrir todos os conteúdos da grade curricular e que “o que é descoberto torna-se significativo da mesma forma que aquilo que é apresentado ao aprendiz na aprendizagem receptiva” (p. 16). Para isso, basta que haja relação entre aquilo que o aprendiz já sabe e o que

Na aprendizagem por recepção, o que deve ser aprendido é apresentado ao aprendiz em sua forma final.

É necessário transformar o conhecimento original em ações e expressá-lo em forma de linguagens oral ou escrita.

está aprendendo.

O uso do laboratório pode estimular a curiosidade dos alunos, mas para isso, é necessário que estes sejam desafiados cognitivamente. Muitas vezes, a falta de estímulo demonstrado pelos alunos poderá ser um reflexo do tipo de aula utilizada pelo professor. Conforme observamos neste trabalho, a mera inserção dos adolescentes em atividades práticas não é fonte de motivação. É necessário que haja o confronto com problemas, a reflexão em torno de ideias inconsistentes por eles apresentadas. Para isso, deve levar-se em consideração os modelos alternativos

por eles demonstrados e compará-los aos aceitos cientificamente.

Notas

1. Estamos considerando contexto numa perspectiva de relacionar os conteúdos estudados ao que está próximo da experiência sensível do educando. Naturalmente, à medida que os conceitos químicos são construídos, há um distanciamento da experiência sensível. Isso significa que o contexto se torna mais abstrato, visto que será muito mais próximo dos significados e das linguagens próprias da química.

2. Ensinar ciência na escola é

completamente diferente de fazer ciência no campo científico. O que é ensinado na escola são conceitos construídos em outro ambiente: o da ciência. Entretanto, não podemos dizer que aquilo que é ensinado na escola é mera cópia da ciência. O conhecimento escolar tem uma epistemologia própria. No entanto, este texto não pretende se aprofundar nesse assunto.

Cleudson Carneiro Guimarães (cleidsonguimaraes@gmail.com), engenheiro civil pela Universidade Estadual de Feira de Santana, é mestrando em Ensino, Filosofia e História das Ciências pela Universidade Federal da Bahia.

Referências

DELORS, J. *Educação: um tesouro a descobrir*. São Paulo: Cortez; Brasília: MEC; UNESCO, 2001.

HOFFMANN, J. *Avaliar para promover: as setas do caminho*. Porto Alegre: Mediação, 2001.

IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N. e ESPINET, M. Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 17, n. 1, p. 45-60, 1999.

LUCKESI, C.C. *Avaliação da aprendizagem na escola: reelaborando conceitos e recriando a prática*. Salvador: Malabares, 2003.

MEDEIROS, A. e BEZERRA FILHO, S. A natureza da ciência e a instrumentação para o ensino de Física. *Ciência & Educação*. v. 6, n. 2, p. 107-117, 2000.

MOREIRA, M.A. *Aprendizagem significativa*. Brasília: Ed. UnB, 1999.

_____. *A teoria da aprendizagem signifi-*

cativa e sua implicação em sala de aula. Brasília: Ed. UnB, 2006.

MORTIMER, E.F. e MACHADO, A.H. *Química para o Ensino Médio*. São Paulo: Scipione, 2002.

PERRENOUD, P. *Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens – entre duas lógicas*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.

Para saber mais

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Trad. Estela dos Santos Abreu. São Paulo: Contraponto, 1996.

BERNSTEIN, B. *Pedagogía, control simbólico e identidad*. Madrid: Morata, 1998.

CHEVALLARD, Y. *La transposición didáctica: del saber sábio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique, 2005.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no Ensino de Ciências. *Química Nova*

na Escola v. 10, p. 43-49, 1999.

LOPES, A.R.C. *Conhecimento escolar: Ciência e cotidiano*. Rio de Janeiro: EdUERJ, 1999.

MOREIRA, M.A. *Uma abordagem cognitivista ao ensino da Física: a teoria da aprendizagem de David Ausubel como sistema de referência para a organização do ensino de ciências*. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1983.

_____. *Aprendizagem significativa crítica*. Porto Alegre: Editora do Autor, 2005.

GIL PEREZ, D.; FURIÓ, C.M.; VALDÉS, P.; SALINAS, J.; TORREGROSA, J.M.; GUIASOLA, J.; GONZÁLEZ, E.; DUMAS-CARRÉ, A.; GOFFARD, M. e CARVALHO, A.M.P. ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel e realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, v. 17, n. 2, p. 311-320, 1999.

Abstract: Experimentation in chemistry education: Roads and detours towards a meaningful learning. This article is about an experience with pupils of the first year of high school using the laboratory as a research space. The approach involved the learners in the attempt to identify the composition of a material from the properties. The methodology allowed noticing the interference of formal education when it is intended to mediate learning by discovery and in which way the experimentation can become a meaningful learning.

Keywords: experimentation, chemistry education and problem-solving.

VII Evento de Educação em Química



O VII Evento de Educação em Química (EVEQ) será realizado no Instituto de Química da UNESP em Araraquara (SP), no período de 27 a 30 de agosto de 2009, com o tema *Materiais Didáticos: suas aplicações e avaliações*.

O evento busca trazer informações referentes ao cenário do ensino de Química, buscando discussões de ideias e projetos a partir dos minicursos, oficinas, palestras, mesas redondas e apresentação de trabalhos.

Informações adicionais: <http://www.iq.unesp.br/EVEQ>

Contato: eveq@iq.unesp.br

Luciana Caixeta Barboza (editoria QNEsc)