

UM ESTUDO SOBRE AS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE DEMONSTRAÇÃO EM SALA DE AULA:

Proposta de uma fundamentação teórica

GASPAR¹, ALBERTO; MONTEIRO², ISABEL CRISTINA DE CASTRO y MONTEIRO², MARCO AURELIO ALVARENGA

¹Prof. Dr. Depto Física e Química - Campus de Guaratinguetá <gaspar@feg.unesp.br>

² Profs. Ms. Depto Física e Química – Campus de Guaratinguetá e Doutorandos em Educação para a Ciência – Campus de Bauru <monteiro@feg.unesp.br> <maureliomonteiro@uol.com.br>

Unesp – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Brasil.

Palavras chave: Atividades de demonstração; Ensino de Física; Teoria de Vigotski.

OBJETIVOS

Discutir a utilização de atividades de demonstração em sala de aula, buscando evidenciar que do ponto de vista cognitivo essas atividades podem ser pedagogicamente válidas e significativas desde que seja orientada por uma fundamentação teórico-pedagógica adequada. Apresentamos elementos da teoria sócio-histórica de Vigotski como base para essa fundamentação e a partir deles formulamos orientações didáticas para a otimização do processo de ensino e aprendizagem desenvolvido com essas atividades.

ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE DEMONSTRAÇÃO ORIGEM E INSTRUMENTO DE APRENDIZAGEM

As atividades experimentais de demonstração em sala de aula, objeto deste trabalho, são apresentações realizadas em geral pelo professor por meio das quais se ilustra e se fundamenta a explicação de conceitos ou modelos físicos. Em sala de aula, essas atividades, tanto quanto as atividades tradicionais de laboratório realizadas por grupos de alunos, apresentam dificuldades comuns para a sua realização, desde a falta de equipamentos até a inexistência de orientação pedagógica adequada. No entanto, alguns fatores parecem favorecer a demonstração experimental: a possibilidade de ela ser realizada com um único equipamento para todos os alunos, sem a necessidade de sala de laboratório específica, a possibilidade de ser utilizada em meio à apresentação teórica de um conteúdo sem quebra de continuidade da abordagem conceitual que está sendo trabalhada e a motivação ou interesse que desperta e parece predispor os alunos à aprendizagem.

As atividades experimentais podem ser vivenciadas também em outros ambientes, com características e objetivos diferentes. Dispositivos experimentais para demonstrar princípios físicos não têm sido apresentados apenas em sala de aula. Sua utilização em outros espaços é comum e muito antiga, mas só no século passado, a partir da década de 1970, começou a se disseminar mais intensamente com o aparecimento, em todo mundo, de museus e centros de ciências.

O uso de atividades de demonstração nas escolas, chamadas muitas vezes de “Experiências de Cátedra”, apoiava-se em geral em equipamentos experimentais de alto custo apresentados pelo professor em labo-

ratórios didáticos de Física que pouco lembram os que conhecemos hoje. Há ainda registros de experiências isoladas e relativamente recentes da utilização de atividades de demonstração em sala de aula (Figueroa et al., 1994; Meseguer Dueñas et al.) mas nesses trabalhos a validade do uso das atividades de demonstração em relação ao processo de ensino e aprendizagem tem caráter quase exclusivamente no motivacional.

Embora reconheçamos que a motivação seja um aspecto muito importante nesse processo, não é nela que se fundamenta a nossa proposta. Nosso objetivo é justificar as apresentações de demonstrações experimentais em sala de aula enfatizando-as como ocasiões privilegiadas para o desencadeamento de situações de aprendizagem que dificilmente aparecem em aulas tradicionais ou em atividades experimentais realizadas apenas pelos alunos, com ou sem a orientação do professor. Para isso, buscamos, na teoria sócio-histórica de Vigotski, indicações que pudessem orientar e viabilizar esta proposta.

INDICAÇÕES DA TEORIA DE VIGOTSKI PARA FUNDAMENTAÇÃO DAS ATIVIDADES DE DEMONSTRAÇÃO EM SALA DE AULA

a) Inter-relação entre conceitos espontâneos e científicos

Vigotski considera científico todo conhecimento de origem formal relacionado às ciências sociais, línguas, matemática, ciências físicas e naturais. São conhecimentos sistemáticos e hierárquizados apresentados e apreendidos como parte de um sistema de relações, ao contrário do conhecimento espontâneo, composto de conceitos não-sistemáticos, não-organizados, baseados em situações particulares e adquiridos em contextos da experiência cotidiana (Howe, 1996). A diferença crucial entre essas duas categorias de conhecimentos é a presença ou a ausência de um sistema, apesar da unicidade cognitiva do processo de aquisição desses conceitos (Vigotski, 2001).

Estudos empíricos realizados por Vigotski comprovam que a criança utiliza conceitos espontâneos antes de compreendê-los conscientemente, ou seja, antes de ser capaz de defini-los e de operar com eles à vontade. Já o desenvolvimento de conceitos científicos, por outro lado, tem uma trajetória de sentido oposto – a sua aquisição começa com sua definição verbal, formal, e com sua aplicação em operações não-espontâneas. A criança opera com conceitos científicos desde o início em um nível de complexidade lógica que só será atingido pelos conceitos espontâneos ao final de sua história de desenvolvimento. Em compensação, só muito tardiamente a criança pode ter do conceito científico o mesmo domínio e familiaridade que tem dos conceitos espontâneos.

Podemos inferir que a utilização de uma demonstração experimental em sala de aula pode acrescentar ao pensamento do aluno fundamentos de realidade e de experiência pessoal capazes de preencher essa lacuna cognitiva característica da aquisição dos conceitos científicos e dar a esses conceitos a força dos conceitos espontâneos. Em outras palavras, a atividade experimental de demonstração, partilhada por toda classe, sob a orientação do professor em um processo interativo que possa simular a experiência vivencial enriquecedora e fortalecedora dos conceitos espontâneos, pode oferecer também os mesmos elementos cognitivos que dão força e riqueza aos conceitos científicos.

b) Colaboração e interação social

Para Vigotski, a colaboração é essencial para o desenvolvimento das capacidades intelectuais da criança. Ela pode ser entendida como uma interação a dois, aluno-professor, balizada pela zona de desenvolvimento imediato, espécie de desnível cognitivo que estabelece o limite que o aluno pode alcançar. Parece-nos claro, pela forma reiterada com que Vigotski se refere à escola e à aprendizagem escolar nessa discussão, que ele não se restringe a colaboração à díade professor-aluno, mas a estende a toda sala de aula e, nesse sentido, é mais adequado entender colaboração como interação social.

O conceito de interação social tem sido exaustivamente trabalhado por pesquisadores vigotskianos buscando não só a sua melhor compreensão, na qual se inclui o seu papel no processo de ensino e aprendiza-

gem. Uma forma de entender e viabilizar essa interação no processo de ensino e aprendizagem foi descrita em um trabalho de Wertsch (1984). Para orientar o professor, parceiro mais capaz, Wertsch sugere a adoção de três construtos teóricos, condições pedagógicas a serem satisfeitas para uma interação social profícua. São eles:

- a *definição de situação*, forma como cada um dos participantes entende a tarefa _ no contexto da interação, todos os participantes devem ter a mesma definição de situação;
- a *intersubjetividade*, ação desencadeada entre os sujeitos participantes da interação com objetivo de estabelecer ou modificar a definição de situação;
- a *mediação semiótica*, linguagem, no sentido amplo do termo, que torna possível a intersubjetividade.

Para a orientação didática da atividade experimental de demonstração esses construtos teóricos podem ser entendidos como condições a serem cumpridas não só para que a atividade desencadeie interações sociais profícuas, mas também como critérios para a sua avaliação. Pode-se inferir que a interação possibilita a colaboração e pode levar à aprendizagem desde que apresente indícios efetivos de intersubjetividade que levem os participantes a partilhar da mesma definição de situação por meio de uma adequada mediação semiótica.

INDICAÇÕES PEDAGÓGICAS PARA A REALIZAÇÃO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE DEMONSTRAÇÃO EM SALA DE AULA

Entendemos as interações sociais em sala de aula como condição necessária à aprendizagem, mas não suficiente _ se elas de fato ocorrem e têm as características aqui preconizadas, a aprendizagem também pode ocorrer e o objetivo da apresentação das demonstrações experimentais foi alcançado. Assim, sugerimos o seguinte planejamento para a apresentação de uma atividade de demonstração em sala de aula:

a) Introdução da atividade: Quando os alunos vêem um determinado material ou equipamento de demonstração é pouco provável que saibam o que o professor pretende ou como funciona tal equipamento, mas é bem provável que façam suposições ou previsões em relação ao que será apresentado. Em outras palavras, é muito provável que no início da apresentação cada aluno estabeleça a sua própria definição de situação, daí a necessidade de o professor, como parceiro mais capaz da interação, unificar as diferentes definições de situação por meio de uma discussão prévia, tornando clara a proposta da demonstração e explicitando quais conteúdos nela estarão envolvidos. Desafiar o aluno a prever o resultado da demonstração é, na maioria das vezes, uma forma eficiente de garantir seu envolvimento e comprometimento com a apresentação. As idéias alternativas sugeridas pelos alunos nesse momento também são valiosos indícios sobre as concepções prévias dos alunos, e o conhecimento delas permite ao professor redirecioná-las se e quando necessário.

Por exemplo, em uma demonstração freqüentemente apresentada em nossas aulas sobre o equilíbrio corpos apoiados utilizando um joão-teimoso, raramente algum aluno relaciona a estabilidade do equilíbrio do bonequinho com a posição do seu centro de gravidade ou leva em conta a força de reação normal, ou até mesmo a força peso, mas com o transcorrer da atividade a maioria dos alunos passa a fazer previsões mais acertadas e pertinentes e as explicam levando em conta esses conceitos físicos.

Outro exemplo interessante ocorreu durante uma demonstração de óptica com um espelho plano e perguntamos aos alunos como fazer para medir a distância entre o espelho e a imagem. De início, vários alunos afirmaram que essa medida era impossível porque isso os obrigaria a entrar no espelho, evidenciando uma dificuldade prévia para nós inesperada. Assim, ficou claro para nós que experimental permite que conheçamos muitas de suas idéias a respeito de um determinado conteúdo, mesmo quando os alunos ainda não o estudaram, o que nos oferece indicações valiosas tanto para o enriquecimento da interação como para a reformulação das idéias incorretas, contribuindo para a melhoria do seu futuro aprendizado.

b) Desenvolvimento da demonstração: Tendo como objetivo tornar mais eficiente a intersubjetividade é importante formular para os alunos questões diretamente relacionadas aos fenômenos e conceitos que se pretende estudar com a demonstração. As respostas ou idéias apresentadas pelos alunos podem ser anotadas e relacionadas para conscientizá-los de suas próprias concepções. Para que a intersubjetividade se mantenha e não surjam divergências ocasionais resultantes do desenvolvimento da demonstração é necessário que o professor dirija a atenção dos alunos para os aspectos críticos a serem observados tendo em vista o modelo teórico explicativo a ser exposto ao final da apresentação.

Em alguns casos, até mesmo uma brincadeira pode ser aproveitada para promover a intersubjetividade e favorecer a interação social. Durante uma apresentação do João-teimoso perguntamos aos alunos se era possível virá-lo de cabeça para baixo e alguns alunos sugeriram trocar a posição dos olhos do bonequinho com a boca. A aceitação dessa idéia como algo que, a rigor, podia ser considerada uma resposta correta à questão proposta, trouxe maior participação dos alunos, incentivou os alunos a interagirem com o experimento, a refletirem sobre suas previsões, o que, a nosso ver, os tornou mais receptivos para a nossa explicação.

Em geral, os alunos têm dificuldade para apresentar suas idéias de maneira organizada e sistematizada. No entanto, mesmo inseguros sobre a explicação que podem apresentar, muitos expõem suas idéias motivados pelo que esperam ver em seguida ou já estão vendo. Notamos ainda que a utilização do equipamento de demonstração pelo aluno é um instrumento facilitador da mediação entre os participantes das interações. Tanto nas demonstrações sobre equilíbrio dos corpos apoiados como nas de óptica, muitas idéias apresentadas pelos alunos só foram entendidas quando eles próprios fizeram uso do equipamento. Por exemplo, as relações que estabeleciam entre a distância da imagem até o espelho e o tamanho do objeto só foram compreendidas por nós quando eles usaram o equipamento para esclarecer suas afirmações, pois não conseguíamos entender suas explicações verbais.

c) Explicação da demonstração: No final da atividade, deve-se apresentar aos alunos o modelo teórico capaz de definir os conceitos e explicar os fenômenos apresentados com a demonstração. Devem ser retomadas as explicações e idéias propostas previamente pelos alunos comparando-as com o modelo explicativo apresentado. De acordo com os pressupostos teóricos vigotskianos, a complexidade desse modelo deve obedecer aos limites cognitivos dos participantes da interação – a zona de desenvolvimento imediato de cada aluno. Nesse sentido, o processo de intersubjetividade pode oferecer ao professor uma avaliação das limitações cognitivas dos participantes da interação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As indicações da teoria sócio-histórica de Vigotski para a compreensão do processo de ensino e aprendizagem em sala de aula nos permitiram formular orientações pedagógicas para a prática das atividades de demonstração em sala de aula. Destaca-se nesse trabalho e nas orientações aqui propostas o papel do professor como agente do processo, implicação essencial da pedagogia vigotskiana. Ele é o parceiro mais capaz, aquele que faz as coisas acontecerem, orienta a observação, dá as explicações adequando-as ao conteúdo apresentado e ao nível cognitivo dos alunos. As características atribuídas ao processo de colaboração ou interação social deixam claro que não se propõe uma postura autoritária nem se atribui ao professor o monopólio das ações. A participação do aluno deve ser estimulada inclusive na manipulação da demonstração, pois essa é também condição para a ocorrência de interação social.

A demonstração experimental em sala de aula não é um recurso pedagógico auto-suficiente nem uma atividade auto-explicativa. Não basta apresentá-la, impressionar o aluno e colher o seu aplauso para que ele possa aprender os conceitos que motivaram a sua apresentação. É indispensável a participação ativa do professor – ele é o parceiro mais capaz, é quem domina o abstrato e pode extraí-lo do concreto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FIGUEROA et al (1994). Demostraciones de física: Para quê?. *Enseñanza de las ciências*, 12(3), pp.443-446.
- HOWE, A. C. (1996). Development of science concepts within a vygotskian framework. *Science Education* 80(1), pp. 35-51
- MESEGUER DUEÑAS E MAS ESTELLÉS (1994). Experiências de cátedra em las clases de física de primer curso de escuelas técnicas. *Enseñanza de las ciências*, 12(3), pp.381-391
- VIGOTSKI, L.S. (2001). *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo. Editora Martins Fontes.
- WERTSCH, J. V. (1984). The zone of proximal development: Some conceptual Issues. In: Rogoff, B. e Wertsch, J. V. (eds): *Childrens learning in the "Zone of Proximal Development"*- *New Directions to Child development*, n 23 – S Francisco, Jossey – Bass, março, p 84.