

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE UM PROCESSO DE PESQUISA COLETIVA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Luiz Carlos Pais*

Resumo

O artigo relata a experiência de um grupo de professores franceses que desenvolve pesquisa na área de Educação Matemática. Sua metodologia de trabalho se fundamenta numa ação coletiva da equipe e é concebida com base num princípio de existência de uma forte relação dialética entre a pesquisa educacional e o processo de formação continuada de professores de Matemática.

Abstract

This paper describes the experience of a group of french teachers who carries research in Mathematical Education. The methodology is based in a collective action of the team and is conceived from the existence of a strong dialects relation between the research and the continuous training of secondary school teachers of Mathematics.

O objetivo deste artigo é analisar a metodologia de trabalho de uma equipe de professores envolvida com as questões da área de Educação Matemática. As observações iniciais foram inspiradas nos trabalhos do Grupo de Geometria do IREM (Instituto de Pesquisa sobre o Ensino da Matemática) de Montpellier, França, e se referem, especificamente, aos problemas relativos ao ensino da Matemática. Procurou-se realçar a dinâmica de funcionamento desta equipe destacando alguns elemen-

tos fundamentais que orientam seus trabalhos. Com isso, esperamos também melhor refletir sobre a questão metodológica que permeou nossa tese de doutorado (PAIS, 1991). A concepção que fundamentou este trabalho valorizou de uma forma diferenciada a realização de um trabalho coletivo de pesquisa com a participação de 15 professores de Matemática dos diferentes níveis da escolaridade.

Essa equipe, além de desenvolver pesquisas, é responsável também

* Docente do Departamento de Matemática da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, doutor em Didática da Matemática pela Universidade de Montpellier, França.

pelo oferecimento de cursos e estágios de formação continuada a outros professores da região, característica já considerada como um fator determinante na concepção didática que fundamenta a filosofia de seus trabalhos. Nessa linha de raciocínio, procurou-se elucidar alguns aspectos que contribuem para a realização dessa forma de organização do trabalho, destacando a necessidade de tratar de maneira indissociável as problemáticas da formação continuada e da pesquisa. Nesta análise distinguiram-se quatro aspectos significativos: o *suporte institucional* no qual o grupo está inserido; alguns dos *princípios* que podem reger um trabalho coletivo de pesquisa; a evolução de *um projeto científico* e finalmente os elementos fundamentais que contribuem para a estruturação de *um método de pesquisa coletiva*. Para finalizar, ressaltamos que, embora possam existir divergências de interpretações para as expressões Educação Matemática e Didática da Matemática, conforme observou PITOMBEIRA (1991), estamos, neste trabalho, utilizando-as de forma indistinta.

1. O Suporte da Estrutura Institucional

A estrutura institucional na qual o grupo observado desenvolve su-

as atividades constitui um fator determinante na natureza deste trabalho coletivo. O IREM de Montpellier, que é um dos 25 institutos congêneres existentes na França, estrutura-se com base numa rede de equipes de professores envolvendo todos níveis de escolaridade e que são responsáveis pela execução prática dos objetivos previstos. Mas, para melhor compreender a finalidade destes institutos, é necessário observar que a própria legislação ministerial que os criou já previa quatro grandes objetivos que deveriam ser executados de uma maneira integrada.

O primeiro desses objetivos e o mais pertinente ao tema deste artigo consiste em valorizar, de uma maneira diferenciada, a realização de trabalhos em equipe. O trabalho educacional, particularmente na área do ensino da Matemática, não pode ser realizado de forma isolada. Assim, qualquer professor que deseja participar das atividades de um IREM deve se integrar numa de suas equipes. Nos mais diversos IREM espalhados pela França, é possível encontrar equipes que se dedicam ao estudo de problemas relacionados ao ensino da Álgebra, Geometria, Estatística, Cálculo, História, Epistemologia e Filosofia da Matemática, Ensino pelo Computador e outras.

O segundo objetivo é a construção teórica da Didática da Matemática fundamentada pela pesquisa. O ca-

ráter imposto a essa investigação deve responder às necessidades reais e aos desafios colocados, historicamente, pelo ensino tradicional da Matemática. Por outro lado, essas equipes não se dedicam, em sua grande maioria, exclusivamente à pesquisa. Elas não devem ter, portanto, a natureza essencialmente acadêmica e desvinculada do ensino fundamental.

O terceiro objetivo dessas equipes é assegurar uma contribuição significativa ao processo de formação continuada dos professores de Matemática da região, mediante o oferecimento regular de cursos e estágios. Esses cursos não podem ser concebidos como um simples repasse de informações fragmentadas. É necessário implementar um caráter de continuidade que facilite o envolvimento permanente dos professores, pois a melhoria do ensino envolve também a organização destes professores os quais devem estar dispostos a desempenhar, simultaneamente, os papéis de sujeitos e atores do seu próprio processo de formação.

O quarto objetivo consiste em elaborar publicações didáticas que possam subsidiar os cursos de treinamentos de professores. O nível de qualidade dos livros didáticos, em sua grande maioria, contribui muito pouco com a formação do professor. Por essa razão, a existência de tais publicações voltadas exclusivamente ao professor se torna indispensável. Além disso, as orien-

tações levadas por esse tipo de material são baseadas em experiências realizadas ou vivenciadas pelas próprias equipes.

Embora não haja uma ordem de prioridade entre esses objetivos, percebe-se que o pressuposto do trabalho coletivo deve estar sempre presente. A execução prática de todos eles deve, portanto, acontecer de uma forma fortemente integrada. Essa é, na realidade, a grande tarefa desafiadora no que diz respeito à relação entre a pesquisa e a formação continuada, sobretudo no caso dos professores universitários, que, muitas vezes, encontram-se numa realidade distante daquela do ensino básico e fundamental.

2. Alguns Princípios Fundamentais

É possível distinguir três princípios fundamentais que orientam o funcionamento do grupo de ensino de Geometria do IREM de Montpellier.

O primeiro deles consiste em conceber a Didática da Matemática como um corpo de conhecimentos em processo de desenvolvimento permanente construído coletivamente pela prática reflexiva do dia-a-dia do professor. Não se trata de admitir *a priori* "paradigmas" admitidos sem vínculo com a realidade de ensino. Esta *concepção didática* que fundamenta todas as demais atividades deve servir de

base tanto à pesquisa como aos cursos de atualização de professores. Deve-se priorizar os trabalhos experimentais realizados com alunos em sala de aula. A sala de aula, no sentido de lugar onde se desenvolvem todas as relações entre professor, alunos e conhecimento, é o objeto de estudo desta Didática da Matemática. Para isso, é necessário conhecer os chamados *procedimentos de raciocínio* utilizados pelos alunos, seja na resolução de problemas ou no processo de construção de conceitos específicos. Como a teorização precoce não é uma questão prioritária nessas pesquisas experimentais em sala de aula, os conceitos didáticos - como aqueles desenvolvidos por BROUSSEAU (1986) - que porventura venham se estruturar no transcorrer das experiências devem ser o resultado de um efetivo processo de validação.

O segundo princípio possibilita que todos os trabalhos sejam desenvolvidos, necessariamente, sob o princípio de uma *dialética* entre a pesquisa didática e o processo de formação continuada. Desse modo, a concepção didática não fica no plano teórico, e, mediante a ação-reflexão-ação, é possível contribuir com uma praxis educacional mais efetiva. A pesquisa está vinculada ao ensino assim como esse contribui para aquela. O respeito a este vínculo contribui de forma decisiva para amenizar o discurso evasivo da

indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, sobretudo no âmbito da universidade brasileira nos dias de hoje.

Os resultados da pesquisa devem se constituir no principal fio condutor dos cursos e estágios oferecidos pela equipe. Para que essa utilização seja viável, é necessário que as informações, transcritas em textos específicos, sejam claras, inclusive quanto à própria linguagem e ao jargão científico utilizados. Nesse sentido, estabelece-se uma opção de aplicabilidade aos resultados das pesquisas. Por outro lado, os participantes do trabalho coletivo devem estar sempre atentos às possíveis reações e contribuições dos professores que se dispõem a testar, criticamente, os resultados obtidos. Essa interação é um dos aspectos mais importantes do processo de validação do conhecimento didático.

O terceiro princípio desse grupo de professores consiste em trabalhar de uma forma permanente com a *resolução de problemas*. O problema matemático é utilizado tanto como recurso didático quanto como instrumento metodológico para a pesquisa. O uso de problemas é um recurso didático fundamental ao processo de ensino e de aprendizagem da Matemática, pois é através dele que o raciocínio pode ser exercitado. A busca de enunciados didaticamente interessantes e o desen-

volvimento de técnicas de trabalhar com a resolução de problemas servem também como fatores de motivação para a manutenção do trabalho em equipes.

No que se refere à produtividade de um tal coletivo, destaca-se a exigência de uma concordância mínima em torno desses princípios, e mesmo dentro de uma possível diversidade ideológica se faz necessário identificar e solidificar pontos que fundamentam a filosofia de trabalho. Sem essa concordância mínima, a realização do trabalho torna-se muito difícil.

3. O Projeto Científico no Trabalho em Equipe

O *campo conceitual*, no sentido definido por VERGNAUD (1990), no qual se inserem as pesquisas do Grupo de Geometria de Montpellier, está, hoje, delimitado pelos conceitos didáticos relativos à geometria euclidiana espacial. O envolvimento com esse tema de investigação resultou de um longo período de experiências desenvolvidas a partir de uma série de outros trabalhos, inicialmente consagrados ao ensino da geometria plana. O projeto científico é aqui considerado como o domínio das questões didáticas de uma área bem delineada, envolvendo conceitos matemáticos sobre os quais o grupo desenvolve suas pesquisas. O processo evolutivo desse conhecimento didático permite ao grupo um maior domínio e

uma melhor compreensão dos temas de pesquisas mais imediatos e necessários. Essas condições são perfeitamente favoráveis ao desenvolvimento de programas de pós-graduação na referida área.

Este projeto permitiu ao grupo o desenvolvimento de técnicas mais adequadas à problemática específica da Didática da Matemática. Como, por exemplo, o uso da resolução de problemas como instrumento para investigação dos procedimentos de raciocínio utilizados pelo aluno. Foi também no âmbito dessa especificidade que se observaram, nas experiências relativas à geometria espacial, as dificuldades de ordem metodológica quando se faz necessário que o aluno manipule objetos com formas geométricas espaciais. O registro dessa manipulação e sua análise objetiva constitui uma das fontes da dificuldade metodológica.

São esses aspectos que requerem o uso de técnicas mais específicas ao ensino da Matemática, cujo domínio pode também ser desenvolvido e aperfeiçoado pela experiência coletiva, que se constitui num verdadeiro patrimônio do grupo construído a partir da evolução de uma série de trabalhos de pesquisas.

4. Um Método de Pesquisa Coletiva

O objetivo desta última parte é

delinear os elementos principais sobre os quais se fundamenta um *método de pesquisa coletiva* com particularidades pertinentes à Educação Matemática.

Esse método experimental se apóia essencialmente na existência de uma equipe de professores, envolvendo também os do ensino fundamental. Uma tal equipe deve estar inserida num contexto institucional que lhe forneça as condições mínimas de funcionamento, apoio tanto mais pertinente quando se trata de um instituto específico de formação de professores. É a partir dessa equipe que se pode desenvolver um tema de pesquisa relacionado com a realidade educacional de seus participantes e que estará vinculado à construção de um *projeto científico coletivo* situado num *campo conceitual* claramente delimitado.

Uma vez estabelecidos os objetivos para uma experiência didática - que devem estar contemplados no tema de pesquisa - a equipe pode se engajar - se esta for a opção - na busca de um problema adequado, de cuja aplicação possam resultar elementos de respostas às questões iniciais da pesquisa. A busca de um problema nessas condições envolve uma análise cuidadosa quanto ao seu próprio enunciado, caso contrário a aplicação de um bom problema pode ficar prejudicada.

Considerando-se tais elementos, pode-se dar início ao que se cha-

mou de uma *fase pré-experimental*, a qual possibilita uma investigação livre em torno do tema investigado. É nessa oportunidade que a equipe testa em sala de aula os primeiros enunciados propostos. O principal resultado prático dessa etapa é permitir um prognóstico das primeiras dificuldades encontradas tanto pelos próprios alunos quanto pelo pesquisador na execução da experiência. Essa fase permite um melhor reconhecimento do terreno sobre o qual se deve lançar as bases da investigação. A preparação proporciona um conhecimento de condições bem próximas daquelas que serão encontradas na experiência definitiva, permitindo então fazer as escolhas e os ajustes finais.

A experiência propriamente dita pode ser realizada por um dos diversos métodos conhecidos, tais como o *clínico individual* - como nas experiências realizadas por PIAGET (1973) - no qual o aluno participa de uma atividade de busca de solução de um problema, diante de um experimentador. Este, por sua vez, procura fazer alguns questionamentos ao aluno a fim de não bloquear a resolução do problema. A experiência pode igualmente ser realizada por uma *experiência planejada* em sala de aula, que é uma situação bem mais próxima da realidade quando comparada com o método clínico individual. Por outro lado, neste tipo de experiência, pode ocorrer a interferência

de um aluno sobre o outro, prejudicando, portanto, o conhecimento didático dos reais procedimentos de raciocínio. O *método estatístico* se ajusta melhor à análise de uma amostra mais significativa de casos. A escolha adequada desses métodos é uma questão crucial, pois quanto mais numerosa for a amostra mais significativa é a perda de seus aspectos qualitativos. Mas, para se pensar na possibilidade de uma maior aplicabilidade dos resultados para uma clientela mais ampla, o método estatístico pode contribuir para uma maior probabilidade de segurança. A fase pré-experimental minuciosa permite ainda que a experiência seja realizada pelo chamado *método de narração de pesquisa*, no qual o aluno faz uma narração descritiva das dificuldades encontradas no transcórre de sua resolução do problema. Para maiores detalhes quanto a este último método, remetemos aos trabalhos de CHEVALIER (1989).

Após a realização da experiência, inicia-se um processo de análise com a participação do grupo. É evidente que esta análise coletiva passa por um envolvimento maior de alguns dos membros, mas é sobretudo com base na análise e discussão de síntese coletiva que se destacam os resultados mais significativos, denominados *hipóteses de ensino*, as quais são definidas por AUDIBERT da seguinte forma:

Uma hipótese de ensino é uma afirmação de algumas linhas relativas ao ensino da matemática que foi confirmada indubitavelmente por experiência cuidadosamente planejada no contexto da Didática da Matemática (AUDIBERT, 1982).

Essas hipóteses de ensino são, finalmente, submetidas a um rigoroso processo de validação através de sua verificação dentro da dialética prática-teoria. Os professores de primeiro e segundo graus, participantes de cursos de atualização, são convidados a testar em suas classes esses resultados. Críticas e sugestões são analisadas pela equipe, estabelecendo-se, assim, um lento processo de validação. É somente após tais confirmações que se torna possível redigir as publicações didáticas com a finalidade de atingir uma divulgação mais abrangente.

BIBLIOGRAFIA

- AUDIBERT, G. *Demarches de Pensée et Concepts Utilisés par Élèves de L'Enseignement Secondaire en Géométrie Euclidienne Plane*. Tese de doutorado de estado apresentada na Universidade de Montpellier II, França, 1982.
- BROUSSEAU, G. *Fondements et Méthodes de la Didactique des Mathématiques*. In: *Recherches en Di-*

- dactique des Mathématiques*, v.7, n.2, pp. 33-115.
- CHEVALIER, A. Les Narrations de Recherche. In: *ATAS DO 41º CIAEM*. Bruxelas, Bélgica, 1989.
- PAIS, L.C. *Représentation des Corps Ronds dans l'enseignement de la Géométrie au collège: pratique d'élèves, analyse de livres*. Tese de doutorado defendida na Universidade de Montpellier II, França, 1991.
- PIAGET, J. *La Géométrie Spontanée chez L'Enfant*. PUF, Paris, 1973.
- PITOMBEIRA, J.B. O que é Educação Matemática. In: *Revista Temas e Debates* da Sociedade Brasileira de Educação Matemática, ano IV, n.3, pp.17-26.
- VERGNAUD, G. Quelques Orientations Théoriques et Méthodologiques: In: *Recherches en Didactique des Mathématiques*, v.2, n.2, pp.215-232, 1981.
- _____. La théorie des Champs conceptuels. In: *Recherches en Didactique des Mathématiques*, v.10, n.23, pp.133-170, 1990.