

FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA:
PROFESSOR-PESQUISADOR

Beatriz Silva D’Ambrósio¹ e Ubiratan D’Ambrósio²

Resumo. Há muito tempo discute-se em Educação a disjunção entre o trabalho do professor na sala de aula e os resultados da pesquisa. O uso da palavra pesquisa nas sociedades modernas merece uma reflexão sobre o próprio conceito de pesquisa. Muitos cursos de graduação e, praticamente, todos de pós-graduação, têm como obrigatória a disciplina Metodologia de Pesquisa, muitas vezes com um outro nome. As escolas fundamentais mais avançadas envolvem seus alunos, mesmo antes que saibam ler e escrever, em projetos de pesquisa individual ou em grupo. É comum, nas pesquisas, controlar as variáveis, criando-se grupos controle e grupos experimentais. Os resultados são aparentemente pouco úteis para o professor de sala de aula. A linguagem, muitas vezes esotérica, utilizada nos ensaios, a subordinação rígida a certas correntes teóricas, e a falta de implicações imediatas para a prática, são interpretadas como evidência da inutilidade dos resultados e limitam sua influência apenas ao âmbito acadêmico. A população, em geral, é bombardeada com referências, nos meios de comunicação, com resultados alarmantes das pesquisas. É natural, então, perguntar: “Mas, afinal, o que é pesquisa?”. Neste trabalho procuramos relacionar a pesquisa com a ação na sala de aula e estabelecer estratégias que associam o mundo da prática com o mundo da pesquisa.

Palavras chave: Educação. Educação matemática. Pesquisa. Sala de aula. Ação.

Abstract. For a long time there have been discussions in Education about the disconnection between the work of the teacher in the classroom and the results of research. The use of the word research in modern society warrants a reflection on the concept of research itself. Many undergraduate courses and, practically, every graduate course, have as a requirement a course on Research Methodology,

¹ Indiana University Purdue University Indianápolis - bdambro@iupui.edu .

² Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – ubi@pucsp.br

sometimes with different names. Even the most progressive elementary schools engage students, before they learn how to read and write, in individual or group research projects. It is common in research to control variables, creating control and experimental groups. The results are, apparently, of little use for teachers in the classroom. The sometimes esoteric language used in experiments, the rigid subordination to a certain theoretical framework, and the lack of immediate practical applications to the classroom, limit the usefulness and influence of research results to the academic world. The media overwhelms the general populations with references to research results. It is then natural to ask “After all, what is research?” In this paper we will try to relate research to classroom action and describe the potential of establishing useful connections between the world of practice and the world of research.

Key words: Education. Mathematics education. Research. Classroom. Action.

Há muito tempo discute-se a disjunção entre o trabalho do professor de matemática e os resultados de pesquisa em educação matemática. Criticam-se os pesquisadores como indivíduos que, com o objetivo de atingir rigor metodológico, reduzem a complexidade da sala de aula. Controlam-se as variáveis humanas, criando-se grupos de controle e grupos experimentais. Os resultados são conclusões aparentemente pouco úteis para o professor de sala de aula. A linguagem esotérica utilizada nos ensaios, as conexões rígidas a certas correntes teóricas, e a falta de implicações para a prática, condenam os resultados das pesquisas a permanecerem influentes apenas no âmbito acadêmico.

O uso e abuso da palavra pesquisa nas sociedades modernas merece uma reflexão sobre o próprio conceito de pesquisa. Muitos cursos de graduação e, praticamente, todos de pós-graduação, têm como obrigatória a disciplina Metodologia de Pesquisa, muitas vezes com um outro nome. As escolas fundamentais mais avançadas envolvem seus alunos, mesmo antes que saibam ler e escrever, em projetos de pesquisa individual e coletiva.

A população em geral, é bombardeada com referências à pesquisa: É natural, então, perguntar. “Mas afinal, o que é pesquisa?”.

O indivíduo curioso recorre, naturalmente, aos dicionários. E num dos mais conceituados da língua portuguesa [*Dicionário Houaiss*], vai ler “Pesquisa é o conjunto de atividades que têm por finalidade a descoberta de novos conhecimentos no domínio científico, literário, artístico etc., é a investigação ou indagação minuciosa, é o exame de laboratório”. Pouco ajuda. Recorre a outras línguas e a vagueza continua.

Para nós, indivíduos da vida acadêmica, pesquisa é parte do nosso dia-a-dia. Discute-se a validade de uma pesquisa, fala-se em métodos de pesquisa e em linhas de pesquisa. Trabalhos publicados devem ser enquadrados em linhas de pesquisa já declaradas, desestimulando a atuação do pesquisador em áreas fora da sua especialidade, o que é vital para a academia. Muitas vezes, alega-se falta de experiência e competência do pesquisador na nova área. Para os alunos, a situação é ainda mais asfixiante. O jovem que se inicia na pesquisa deve deixar bem claro, antes mesmo de dar início ao trabalho, qual a metodologia que vai seguir, qual a questão que pretende responder. O resultado é manietar o jovem na exploração do novo, e o mesmo se passa com o pesquisador estabelecido. No meio acadêmico, o que tem sido considerado uma boa pesquisa é, muitas vezes, o reflexo da inserção equivocada, na educação, de um conceito descontextualizado de qualidade.

As pesquisas atuais são, em linhas gerais, classificadas em duas grandes vertentes: pesquisa quantitativa e pesquisa qualitativa. Essencialmente, a primeira delas lida com grande número de indivíduos, recorrendo aos métodos estatísticos para a análise de dados coletados de maneiras diversas, inclusive mesmo entrevistas. Essa é a pesquisa que comparece nos indicadores de opinião pública e tendência de voto, tão freqüentes no cotidiano. Chamá-la de pesquisa estatística ou pesquisa positivista é ainda comum. No correr do século XX, a pesquisa quantitativa firmou-se na Educação, particularmente nos Estados Unidos da América, recebendo um grande impulso com a fundação, em 1916, da *American Educational Research Association* [AERA]. Até recentemente, pesquisa era entendida como pesquisa quantitativa, particularmente na Educação Matemática.

Há cerca de duas décadas a pesquisa qualitativa, também chamada pesquisa naturalística, começa a ser valorizada, como a mais adequada para pesquisa em

educação. A pesquisa qualitativa tem como foco entender e interpretar dados e discurso, mesmo quando envolve grupos de participantes. Também chamada de métodos clínico, essa modalidade de pesquisa foi fundamental na emergência da psicanálise e da antropologia. Ela depende da relação observador-observado e, como não é de se estranhar, surge na transição do século XIX para o século XX. A sua metodologia por excelência repousa sobre a interpretação e as técnicas de análise de discurso.

Os resultados desastrosos nos vários testes a que se submete os alunos são, muitas vezes atribuídos a desacertos da ação pedagógica. Como a ação pedagógica atual é fortemente influenciada pela pesquisa qualitativa, atribui-se a ela as causas dos maus resultados. Chega-se a sugerir uma reorientação da pesquisa educacional, obedecendo a critérios semelhantes aos padrões rigorosos que regulam as pesquisas na área da saúde (SILVER, 2004). Devemos notar que nas pesquisas na área da saúde, sobretudo em se tratando de fármacos, os efeitos das drogas são experimentados em pacientes distribuídos em grupos controle e experimental. A questão ética é freqüentemente objeto de polêmica de natureza judicial. Mas, geralmente, há uma reversibilidade dos efeitos indesejáveis no decorrer da pesquisa. Mesmo assim, os controles rigorosos estabelecidos pelas autoridades mostram-se, muitas vezes, incapazes de evitar grandes equívocos. Haja vista a polêmica surgida como resultado de reposição hormonal em mulheres sadias. A dinâmica e a complexidade da aprendizagem, aliada ao crescente caldeamento da sociedade moderna, deixam muito claro que esse tipo de pesquisa é inadequado em educação e totalmente irrelevante para o professor de sala de aula. Em se tratando de educação, o estabelecimento de critérios para se ter um grupo “controle” de alunos é, obviamente, antiético e discriminatório, além de ter conseqüências perniciosas na socialização, que é fundamental nos sistemas educacionais. Além disso, a idéia de submeter jovens, em plena formação, a uma ação pedagógica baseada em pesquisas que não podem envolver todas as variáveis envolvidas no fenômeno tão complexo da aprendizagem, é inidôneo e o desenho da pesquisa é, necessariamente, discriminatório e excludente.

Por outro lado, a ação do professor de matemática em exercício na sala de aula e o conhecimento desse professor ainda são pouco valorizados no âmbito acadêmico. O desenho das pesquisas em sala de aula, como aqueles realizados

por acadêmicos, muitas vezes vêem o professor como sujeito da pesquisa. Os resultados são, em geral, relatados criticando o conhecimento dos professores e a sua ação. Cria-se assim uma cultura de suspeita e desentendimento entre os educadores matemáticos residentes no mundo acadêmico e os educadores matemáticos com ação nas salas de aula do mundo escolar.

Alguns grupos de pesquisa procuram modificar essa cultura, convidando professores a se integrarem, como pesquisadores, nos projetos de pesquisa em sala de aula. Uma relação colaborativa se estabelece, e o professor de matemática encontra uma voz e agência no grupo de pesquisa (veja por exemplo, Ferreira, 2003; Geraldi et al, 1998; Schifter & Fosnot, 1993; Mathematical Sciences Education Board, 2002). Alguns pesquisadores consideram essa prática um trabalho de socialização do professor de matemática no mundo da pesquisa. Esses professores passam a construir um papel para a pesquisa na sua prática pedagógica, tornando a pesquisa um elemento essencial à sua vida profissional. De acordo com Goldsmith e Schifter (1997) a ação do professor se modifica conforme ele altera o seu foco, dando maior atenção ao pensamento e à ação do aluno do que aos detalhes de sua própria ação e sua prática. Em outras palavras, o professor passa a “escutar” os seus alunos, dando-lhes voz e agência na sua própria na sua própria aprendizagem. Esses professores passam a entender o pensamento dos alunos como o seu guia, direcionando os seus objetivos e as suas decisões curriculares e metodológicas.

A disposição do professor a escutar os seus alunos de forma a lhes dar voz e agência é o elemento fundamental ao caracterizar o professor pesquisador (D’Ambrósio, 2002). Esse professor coleta dados na forma de produções de seus alunos, observações das ações dos alunos, conversas com seus alunos, e analisando tudo, procura entender a estória da aprendizagem de cada aluno.

Acreditamos que a formação de professores é o momento de começar a criar a disposição para ouvir os alunos e analisar o que se pode aprender dos mesmos. Propomos atividades na formação de professores que enfatizem o ato de se “ouvir” os alunos.

O trabalho de pesquisa realizado por D’Ambrósio (a aparecer) sugere que os futuros professores tendem a utilizar uma forma de escutar avaliativa. Fazem uma pergunta aos alunos e esperam uma resposta que julgam corretas ou incorretas. Concluem então que a criança entende ou não o conceito matemática revelado pela

questão. Essa atitude avaliativa é resultante de toda experiência de ensino vivida pelo futuro professor. Por outro lado, o professor experiente, que acredita que seus alunos constroem o conhecimento matemático baseado nas experiências, tanto em sala de aula como em sua vida fora da escola, tendem a escutar seus alunos de forma hermenêutica. Ou seja, esses professores construtivistas analisam a voz do aluno, sua voz pessoal e a voz da disciplina, tentando entender as construções de seus alunos e assim planejar a direção de suas ações pedagógicas e curriculares. De acordo com Davis (1999), existe uma forma de se ouvir intermediária, chamada interpretativa. Esse ouvir ocorre quando o professor atende à voz do aluno, mas ainda interpreta essa voz em comparação com a voz da disciplina. Esse professor tenta dar razão aos alunos, contando que essa razão esteja de acordo com o seu conhecimento formal de matemática. Esse professor não altera sua visão do que vem a ser correto na matemática para acomodar o conhecimento do aluno. Essas três formas de ouvir, a avaliativa, a interpretativa e a hermenêutica, utilizadas por professores em sala de aula, constituem um contínuo de aprendizagem pela qual passam os professores ao se tornarem mais atentos à voz do aluno e, conseqüentemente, mais fiéis a um ensino construtivista.

No Programa de formação de professores para o ensino das séries iniciais (jardim à sexta série) na *Indiana University Purdue University Indianápolis*, criou-se uma seqüência de oportunidades para alterar a forma de escutar utilizada por futuros professores. Acreditamos que essas atividades são úteis também para criar uma disposição de professor pesquisador nos futuros professores. A formação do professor desenrola-se em três fases:

Primeira fase: Nos cursos de conteúdo matemático, os futuros professores realizam numerosas atividades onde analisam trabalhos de alunos. A seguinte atividade serve de exemplo (adaptado de Hatfield et al, 2004, p. 259):

Mateus explica sua solução para o seguinte problema:

94257

- 87969

“Descobri uma forma de resolver que é muito mais fácil de fazer. Basta subtrair 1 e 0 no final para chegar na solução. É muito mais fácil do que tentar modificar todos os números de cima. Faço assim”.

Questões para o professor: Analise o que Mateus está fazendo. Quais são as idéias matemáticas importantes que Mateus utiliza ao criar seu próprio algoritmo para a subtração? Seu algoritmo é generalizável? Quais dificuldades poderão surgir? O que mais você quer saber sobre o algoritmo de Mateus? Quais são as dificuldades típicas do algoritmo tradicional que Mateus evita com seu algoritmo próprio?

$$\begin{array}{r} 94257 \\ - 87969 \\ \hline 17398 \\ - 11110 \\ \hline 6288 \end{array}$$

Oferecendo aos alunos muitos problemas desse tipo onde o trabalho de crianças deve ser analisado e discutido. Os futuros professores começam a se fascinar com a criatividade das crianças e a compreensão de certos conceitos de forma não convencional, ou seja, começam a confrontar a construção do conhecimento matemático pelas crianças.

Esses problemas exigem que o futuro professor examine a sua própria compreensão dos conceitos matemáticos envolvidos. Já não basta saber resolver o problema, mas para analisar a matemática do aluno o professor tem que entender a matemática de forma profunda e flexível (veja Ma, 1999). O objetivo do trabalho nessa fase é conscientizar o professor de matemática de que há um nível de compreensão de conceitos matemáticos muito mais complexo do que a simples aplicação de algoritmos. Os professores nessa fase procuram aprofundar a sua compreensão para poder começar a desembaraçar para si mesmo a complexidade matemática das construções de seus alunos.

Também nessa fase estabelecemos uma comunicação eletrônica entre o futuro professor e alunos em escolas. Essa comunicação oferece ao futuro professor

a oportunidade de fazer perguntas às crianças, procurando coletar dados para levantar hipóteses e criar conjecturas sobre a matemática das crianças.

Segunda fase: No primeiro curso de metodologia do ensino de matemática, enfatizamos a aprendizagem de matemática nas séries iniciais (jardim à terceira série). Nesse curso criamos oportunidades para os futuros professores questionarem crianças sobre sua compreensão dos números e particularmente do valor posicional do nosso sistema de numeração. Cada adulto entrevista uma criança das séries iniciais com um protocolo fornecido pelo professor do curso. Todas as entrevistas são utilizadas como dados a serem analisados durante o curso. Coletivamente a turma analisa os resultados das diferentes entrevistas. O objetivo desse trabalho é conscientizar o futuro professor sobre o ato de entrevistar alunos, e o que se pode aprender ao analisar as respostas dos alunos, não como corretas ou incorretas, mas pelo que podemos aprender sobre a construção matemática dos alunos nessa fase de sua experiência escolar.

Nessa fase também analisamos coletivamente entrevistas em vídeo. Várias entrevistas matemáticas com crianças existem em forma eletrônica. Veja por exemplo: <http://www.sci.sdsu.edu/CRMSE/IMAP/video.html>.

Esse recurso é muito importante na formação de professores com disposição para alterar sua forma de ouvir seus alunos, isto é, passando de uma forma avaliativa para uma forma interpretativa ou hermenêutica.

Terceira fase: Na terceira fase os futuros professores constroem sua própria entrevista e realizam-na com crianças das séries intermediárias (quarta à sexta séries). O tema das entrevistas continua sendo o sistema de numeração. Os futuros professores criam a entrevista baseado na sua própria compreensão do valor posicional. Estendem a entrevista da segunda fase para incluir as representações decimais e elucidar a compreensão das crianças a respeito dessa extensão do sistema de numeração.

A entrevista e a análise feita pelo futuro professor são utilizadas pelo programa de duas maneiras. Primeiro, servem de “exame de qualificação” para decidir se o futuro professor deve prosseguir ou não no programa de formação. Segundo, servem de avaliação do próprio programa, verificando se o conjunto de

experiências de formação promove no futuro professor uma maior atenção aos alunos e à importância de se ouvir a voz dos alunos, valorizando essa voz como elemento fundamental no seu futuro trabalho docente.

O trabalho realizado pelos futuros professores revela tanto a sua disposição a ouvir seus alunos, quanto a sua própria compreensão da matemática formal. Não é incomum descobriremos construções não tradicionais de matemática nos futuros professores. Atualmente, nós, professores do Programa, estamos discutindo o que fazer com essa revelação, pois não teremos outras oportunidades de trabalhar com esses futuros professores no processo de formação. Os cursos da terceira fase constituem a última experiência matemática oferecida no programa de formação. Enquanto o ato de ouvir hermeneuticamente resulta em novas construções, inclusive novas concepções matemáticas, na nossa experiência ainda não vivenciamos um futuro professor que chegasse ao ponto em que fosse capaz de ouvir seus alunos de forma hermenêutica. Conseqüentemente, não antecipamos que simplesmente com as atividades descritas aqui, nossos futuros professores possam alterar suas concepções matemáticas ao pesquisar as concepções de seus alunos. Não queremos dizer com isso que esse trabalho não é possível, apenas alertamos o leitor de que o trabalho não é simples. Mesmo a intensidade do trabalho descrito acima não atinge o resultado total.

Porém, podemos nos assegurar que muitos dos futuros professores que trabalharam da forma descrita passam a encarar a carreira de professor como uma carreira de estudante eterno. Talvez esse seja o primeiro passo para assumir a postura de professor-pesquisador.

Entendemos o professor-pesquisador como aquele que encara a pesquisa como o ato de construir novas idéias e entendimentos, ou seja, uma ação que resulta em aprendizagem. A pesquisa pode gerar nova compreensão sobre a matemática de seus alunos, sobre a realidade de sua sala de aula, sobre a sua prática pedagógica, sobre a qualidade de seu currículo, sobre a matemática em si, ou sobre a aprendizagem matemática. Esses são apenas alguns exemplos do que um professor-pesquisador poderá modificar no seu esquema de compreensão como resultado do ato de pesquisar. Porém, ainda não tivemos sucesso em desenvolver uma coletânea a de oportunidades para o futuro professor assumir o papel de professor-pesquisador. Temos ainda muito a explorar nessa difícil jornada para

encontrar um caminho que nos leve à formação do professor-pesquisador na formação inicial de nossos professores.

Referências

D'Ambrósio, B. (2002) Conversas Matemáticas: metodologia de pesquisa ou prática professoral? *Anais do VI EBRAPEM – VI Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática*, 8, 9 de novembro de 2002, Campinas, p. 18-20.

D'Ambrósio, B. (a aparecer). Preparing Teachers to Teach Mathematics within a Constructivist Framework: The Importance of Listening to Children. Em D. Thompson e T. Watanabe (Eds.). *The Work of Mathematics Teacher educators: Exchanging Ideas for Effective Practice*. Primeira monografia da Association of Mathematics Teacher Educators (AMTE).

Davis, B. (1996). *Teaching mathematics: Toward a sound alternative*. New York: Garland Publishing.

Ferreira, A. C. (2003). Metacognição e desenvolvimento profissional de professores de Matemática: uma experiência de trabalho colaborativo (Tese de doutorado, Faculdade de Educação, UNICAMP, Brasil).

Geraldi, C. ; Fiorentini, D.; Pereira, E. M. de A. (1998). *Cartografias do trabalho docente*. Campinas, SP: Mercado de Letras.

Goldsmith, L. ; Schifter, D. (1997). Understanding Teachers in transition: Characteristics of a model for developing teachers. Em E. Fennema & B. S. Nelson (Eds.). *Mathematics teachers in transition*. Mahwah, NJ.: Lawrence Erlbaum Associates. pp. 19-54.

Hatfield, M. H. ; Edwards, N. T.; Gitter, G.G.; Morrow, J. (2004). *Mathematics methods for elementary and middle school teachers fifth edition*. Hoboken, NJ: John Wiley and Sons.

Ma, L. (1999). *Knowing and teaching elementary mathematics*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Mathematical Sciences Education Board. (2002). *Studying Classroom Teaching as a Medium for Professional Development: Proceedings of a U.S. – Japan Workshop*. Washington DC: National Academies Press.

Schifter, D. ; Fosnot,C. (1993). *Reconstructing mathematics education: Stories of teachers meeting the challenge of reform*. New York: Teachers College Press.

Silver, E. (2004). *Ella Minnow Pea: An allegory for our times?* *Journal for Research in Mathematics Education*, 35(3), pp. 154-156.