

O Modelo de Romberg e o Percurso Metodológico de uma Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática

The Romberg' Model and the Methodological Route of a Qualitative Research in Mathematical Education

Norma Suely Gomes Allevato¹

Resumo

O objetivo deste trabalho é apresentar a trajetória de uma pesquisa (ALLEVATO, 2005) cujo fenômeno de interesse é o ensino de Matemática através da resolução de problemas utilizando os computadores. O presente texto representa uma tentativa de retratar essa trajetória do ponto de vista do percurso metodológico que foi realizado pela pesquisadora, e que esteve fundamentado, especialmente, em dois eixos: as orientações do educador Thomas A. Romberg (1992)² e nas diretrizes fornecidas pelos fundamentos da pesquisa qualitativa. A pesquisa foi desenvolvida durante o curso de doutorado no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da UNESP, em Rio Claro.

Palavras-chave: Modelo de Romberg. Pesquisa Qualitativa. Educação Matemática.

Abstract

The objective of this study is to present the trajectory of a research project (ALLEVATO, 2005) whose phenomenon of interest is the teaching of mathematics using problem solving with computers. The text is an attempt to portray this trajectory, from the point

¹ Doutora em Educação Matemática pela UNESP-Rio Claro/SP. Professora e pesquisadora da Universidade Cruzeiro do Sul – UNICSUL – São Paulo/SP. Endereço para correspondência: Rua Cônego Manoel Vaz, n. 584, apto 81, CEP: 02019-050, São Paulo/SP. Email: normallev@uol.com.br

² Uma tradução em português deste trabalho de Thomas A. Romberg, realizada pelas Professoras Lourdes de la Rosa Onuchic e Maria Lúcia Boero, foi publicada no BOLEMA-Boletim de Educação Matemática, ano 20, n. 27, UNESP – Rio Claro, 2007.

of view of the methodological route followed by the researcher, which was based on two main axes: the guidance of the educator Thomas A. Romberg (1992), and the guidelines provided by the foundations of qualitative research. The study was developed during a doctoral course offered by the Graduate Program in Mathematics Education at the State University of São Paulo (UNESP), Rio Claro campus.

Key words: Romberg Model. Qualitative Research. Mathematics Education.

Introdução

É, de fato, um grande desafio escrever um texto que seja o retrato de uma trajetória de 4 anos em que se desenvolveu uma pesquisa, durante o curso de doutorado no Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da UNESP em Rio Claro.

Os momentos dedicados a escrever este percurso fizeram-me lembrar as palavras de Romberg (1992) que, ao tratar das atividades realizadas pelos pesquisadores ao desenvolverem uma pesquisa, afirma: “toda pesquisa começa com uma curiosidade sobre um fenômeno particular no mundo real” (p. 51)³. Mas, se uma curiosidade desencadeia um processo de pesquisa, o que desencadeia uma curiosidade? No meu caso, a curiosidade tem raízes em experiências anteriores ao específico curso de doutorado durante o qual desenvolvi esta pesquisa. Não cabe apresentar minha trajetória pessoal e profissional neste trabalho. Certamente é necessária, embora não suficiente, para justificar minha pesquisa, e o leitor interessado poderá encontrar detalhes sobre ela em Allevato (2005).

A estrutura desse texto está baseada no Modelo de Romberg (ROMBERG, 1992) para a realização de uma investigação. No decorrer deste trabalho relaciono minha pesquisa e minhas opções metodológicas a esse modelo.

1. A pesquisa em Educação Matemática e a necessidade de uma metodologia

Ao ingressar como aluna regular no programa de doutorado em

³ Tradução de “*All research begins with curiosity about a particular phenomenon in the real world*”.

Educação Matemática defrontei-me com a necessidade de compreender as perspectivas e os fundamentos de Metodologia de Pesquisa. Evidenciava-se uma lacuna em minha formação universitária de Graduação, e até mesmo de Mestrado em Matemática Pura no qual não houve preocupação com questões desta natureza. Entretanto, para fazer pesquisa em Educação Matemática era preciso buscar subsídios à configuração e condução de um trabalho de investigação científica cuja consistência depende, também, dos recursos oferecidos pela Metodologia de Pesquisa e adotados pelo pesquisador.

Como bem coloca Severino (1996) “[...] a metodologia é um instrumental extremamente útil e seguro para a gestação de uma postura amadurecida frente aos problemas científicos, políticos e filosóficos que nossa educação universitária enfrenta” (p.18).

Tendo sempre em mente que meu objetivo era desenvolver uma pesquisa em Educação Matemática, tomei conhecimento das orientações de Thomas A. Romberg, educador matemático e professor de Currículo e Ensino do Centro Wisconsin de Pesquisa em Educação, da Universidade de Wisconsin - USA, apresentadas no trabalho “Perspectivas sobre Conhecimento e Métodos de Pesquisa”⁴, publicado no *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (ROMBERG, 1992).

Neste trabalho tento explicitar de que forma estas orientações fundamentaram as opções que fiz para condução de minha pesquisa.

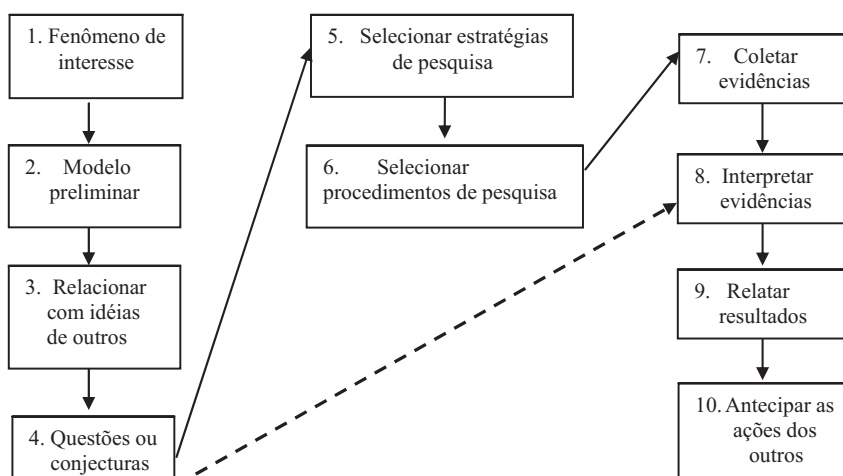
2. O Modelo de Romberg e minha pesquisa neste modelo

Romberg (1992) associa o termo “pesquisar” a um **processo** em que se realizam atividades não de forma mecânica ou prescrita: “As atividades envolvidas em fazer pesquisa englobam mais características de uma arte do que de uma disciplina puramente técnica” (p. 51)⁵. Então, o bom pesquisador assim como um bom artista, deve ser criativo e ousado, não significando, entretanto, que não existam critérios de avaliação e julgamento para o que é considerado um trabalho científico (ou artístico) aceitável.

⁴ Tradução de *Perspectives on Scholarship and Research Methods*.

⁵ Tradução de *The activities involved in doing research embody more characteristics of a craft than of a purely technical discipline*. (p. 51)

A partir dessas considerações Romberg (1992) destaca dez atividades que considera essenciais ao desenvolvimento de uma pesquisa salientando que, embora sejam apresentadas sequencialmente, não necessariamente se realizam nesta ordem e tampouco, na prática, se separam tão nitidamente:



(Romberg, 1992, p.51)

Sigo comentando cada uma dessas atividades e relacionando-as com as ações que nortearam minha pesquisa.

2.1. Atividade 1: Identificação do fenômeno de interesse

O termo “fenômeno” pode ser entendido como “tudo o que é objeto da experiência possível, isto é, que se pode manifestar no tempo e no espaço, segundo as leis do entendimento” (FERREIRA, 1986). Japiassú e Marcondes (1996) apresentam o significado de fenômeno nos seguintes termos: “tudo o que é percebido, que aparece aos sentidos e à consciência”.

A identificação do fenômeno de interesse (atividade 1), ou tema geral, situa a curiosidade do pesquisador e representa o ponto de partida para um trabalho de pesquisa. O fenômeno de interesse de minha pesquisa foi

O ensino de Matemática através da resolução de problemas utilizando computadores.

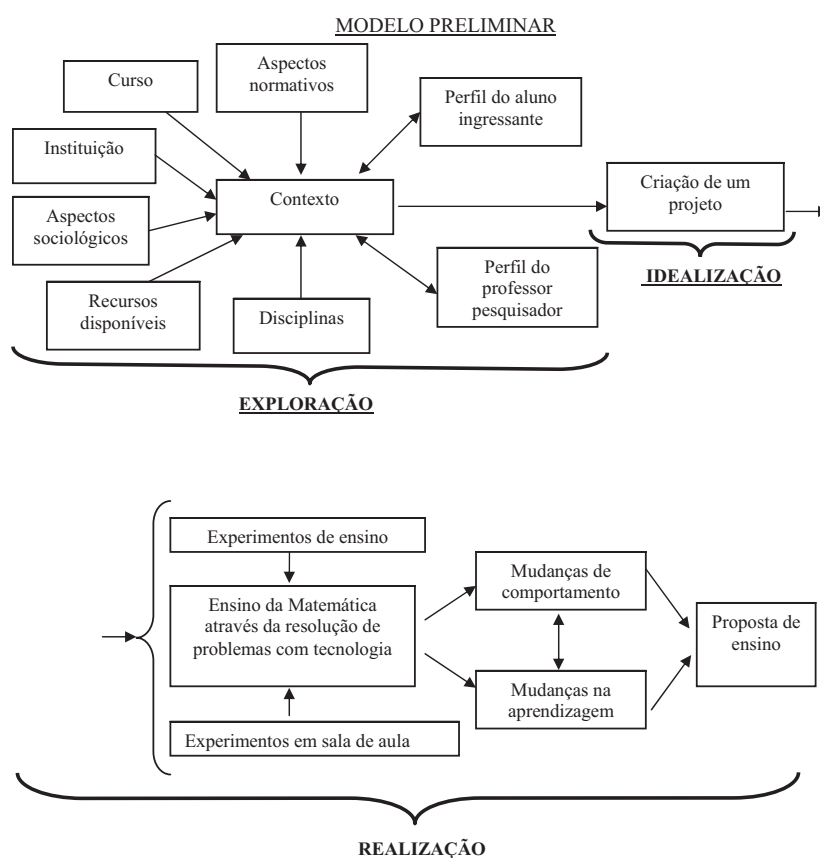
O interesse e a relevância deste tema são justificados, inicialmente, pela curiosidade e necessidade, trazidas por fatos de minha trajetória acadêmica e profissional, de obter compreensões mais profundas sobre minha área de atuação que é o ensino de Matemática. Somam-se a estes, imperativos trazidos pelas demandas e lacunas percebidas na área e que justificam pesquisar sobre tal tema. Esta percepção decorre da análise dos estudos já realizados e relacionados ao tema desta investigação.

2.2. Atividade 2: Modelo preliminar

Ao recomendar a construção de um modelo preliminar (atividade 2), Romberg (1992) se distingue de outros autores que tratam do assunto, tornando seu trabalho original. O modelo preliminar é um dispositivo heurístico⁶ que ajuda a “clarear” um fenômeno complexo e serve como ponto de partida e orientação para a pesquisa. É um esquema contendo as variáveis componentes do fenômeno e as relações entre elas. Variáveis são os elementos que compõem e interferem no fenômeno de interesse. Tal como o nome enfatiza, o modelo **preliminar** reflete a idéia inicial do pesquisador sobre o que pretende estudar. Ele poderá ser alterado, e a pesquisa ser reorientada, em virtude de novos e inesperados fatos que possam surgir no decorrer da pesquisa.

Para minha pesquisa elaborei o modelo preliminar a seguir, destacando três partes que expressam três momentos da pesquisa: a de exploração, a de idealização e a de realização, não necessariamente disjuntas. E, conforme comentado, no decurso da investigação alguns encaminhamentos e procedimentos, realmente, tiveram que ser modificados em relação a esta minha primeira “idéia”. A forma como realmente se configuraram será esclarecida na seção 2.7.

⁶ Heurística: “Que se refere à descoberta e serve de idéia diretriz numa pesquisa, de enunciação das condições da descoberta científica” (JAPIASSÚ; MARCONDES, 1996).



Na fase de exploração, a tarefa foi caracterizar o contexto da pesquisa, ou seja, tentar abarcar, tanto quanto possível, os elementos constituintes do cenário em que ela foi levada a cabo. Considero salutar remeter o leitor às considerações de Romberg (1992) e de Lüdke e André (1986), segundo as quais um dos desafios da pesquisa educacional é compreender e captar as complexas determinações históricas e sociais em que se inserem os fenômenos educacionais.

Na fase de idealização foram preparados as atividades e os experimentos para coleta de evidências, ou de dados, como é também conhecida. Na última fase, a de realização, foram realizados os experimentos, a interpretação das evidências e a elaboração do texto da tese.

2.3. Atividade 3: Relacionar com idéias de outros

Ao “relacionar o fenômeno de interesse com idéias de outros” (atividade 3), conforme diz Romberg (1992), o pesquisador procurará conhecer as pesquisas já desenvolvidas relacionadas ao seu tema. Conhecerá o que outros pesquisadores pensam e quais são suas idéias e concepções teóricas; identificará lacunas de pesquisa e saberá como tais idéias e concepções podem fundamentar ou modificar o modelo preliminar.

Conhecerá “o estado da arte” e localizará sua pesquisa dentro do espectro daquelas já realizadas no campo de estudo em que ela se insere. Assim, o pesquisador irá, também, identificar-se com um grupo científico particular criando referências teóricas e metodológicas importantes à orientação da investigação. A busca de referências em outros trabalhos acompanha toda a pesquisa e permite ao pesquisador ter parâmetros para o estudo do fenômeno, particularmente para a interpretação das evidências.

A pesquisa aqui apresentada apóia-se em dois campos teóricos: a resolução de problemas e a utilização dos computadores no ensino de Matemática. Assim, os trabalhos envolvendo resolução de problemas ou envolvendo a utilização dos computadores foram, certamente, referências importantes. Entretanto, percebi que eram escassas as pesquisas que tratavam desses dois aspectos simultaneamente, ou seja, que relacionavam a utilização do computador a aspectos específicos ligados à resolução de problemas. Por isso, optei por desenvolver pesquisa sobre a prática em sala de aula, e analisar como os alunos, imersos num ambiente informatizado de aprendizagem e totalmente voltado à resolução de problemas, manifestam sua “produção matemática”, como aprendem Matemática.

2.4. Atividade 4: Estabelecimento das questões ou conjecturas

A fim de melhor retratar como se deu a construção/elaboração da questão definitiva de pesquisa, esta seção foi dividida em três subseções

intituladas “As conjecturas e a pergunta inicial”, “A metodologia de pesquisa qualitativa” e “A pergunta definitiva”.

2.4.1. As conjecturas e a pergunta inicial

Baseadas na curiosidade geradora da investigação (fenômeno de interesse), foram formuladas conjecturas ou levantadas questões de pesquisa (atividade 4). A respeito do meu fenômeno de interesse, elaborei, inicialmente, as seguintes conjecturas:

- o ensino da Matemática, no curso de Administração de Empresas, através da resolução de problemas promove atitudes de investigação, persistência, autoconfiança e aprendizagem de conteúdos matemáticos;
- o uso de computadores pode favorecer o ensino de Matemática no curso de Administração de Empresas, no sentido de estimular a criatividade e atitudes de investigação, bem como promover a experimentação;
- a inserção dos computadores no ensino da Matemática, no curso de Administração de Empresas, através da resolução de problemas leva aos alunos uma perspectiva mais prática e interessante da disciplina.

Tentando formular uma questão, ou pergunta de pesquisa que correspondesse às conjecturas apresentadas cheguei à seguinte: **“Em que se modifica o processo de ensino-aprendizagem-avaliação quando se oferece, a alunos do curso de Administração de Empresas, a oportunidade de aprender Matemática através da resolução de problemas utilizando computadores?”**

Entretanto, o amadurecimento de idéias que experimentei na caminhada para o empreendimento da pesquisa me fez repensar estas conjecturas e a pergunta de pesquisa. Neste amadurecimento, alguns “momentos” foram determinantes: as longas e densas seções de orientação; os estudos realizados nos grupos de pesquisa dos quais fiz parte⁷; e uma melhor compreensão a

⁷ GPIMEM - Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática, coordenado pelo Prof Dr Marcelo de Carvalho Borba. <http://www.rc.unesp.br/igce/pgem/gpimem.html> GTERP - Grupo de Trabalho e Estudo em Resolução de Problemas, coordenado pela Profª Drª Lourdes de la Rosa Onuchic.

respeito dos fundamentos de metodologia de pesquisa, construída, especialmente, no decurso da disciplina Metodologia de Pesquisa Qualitativa.

Sigo, deste modo, apresentando algumas dessas compreensões para, em seguida, recolocar minha pergunta de pesquisa.

2.4.2. A metodologia de pesquisa qualitativa

Segundo Alves-Mazzotti (2001), o paradigma qualitativo apresenta modelos “alternativos” ao positivismo, e engloba uma vasta gama de tradições, cada uma com seus pressupostos e metodologias. Procuo, a seguir, contemplar as características mais gerais e freqüentemente apontadas na literatura como sendo as que configuram as pesquisas qualitativas (ALVES-MAZZOTTI, 2001, BOGDAN; BIKLEN, 1994, BORBA; ARAÚJO, 2004, LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

- 1) As pesquisas qualitativas seguem uma tradição compreensiva ou interpretativa, significando que partem do pressuposto de que as pessoas agem em função de suas crenças, percepções, sentimentos e valores, de modo que seu comportamento não se dá a conhecer de modo imediato, mas precisa ser desvelado.
- 2) Decorre da primeira, a visão holística dos estudos qualitativos, que parte do princípio de que a compreensão de um fenômeno só é possível a partir da compreensão das inter-relações que configuram um determinado contexto.
- 3) A tradição compreensiva e interpretativa pressupõe, também, a natureza descritiva dos dados. São realizadas descrições detalhadas de situações, fatos, pessoas e comportamentos observados; citações literais das falas das pessoas, trechos ou íntegras de documentos são freqüentemente registrados.
- 4) A abordagem indutiva também é uma característica marcante das pesquisas qualitativas. Ela permite ao observador realizar observações mais livres, deixando que padrões e categorias surjam natural e progressivamente durante a coleta e análise dos dados. Os pesquisadores não se prendem a buscar evidências que

comprovem hipóteses definidas *a priori*.

- 5) A obtenção dos dados supõe um contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e o fenômeno que está sendo investigado.
- 6) O principal instrumento de investigação é o próprio pesquisador. Ainda que alguns pesquisadores utilizem gravações de áudio ou vídeo para registrar os dados, o entendimento que estes têm dos registros feitos é o instrumento chave das análises.
- 7) A preocupação com o processo é que orienta as investigações qualitativas, mais do que com o produto. Ao pesquisador interessa observar como um fenômeno se manifesta, como se evidencia, nas atividades e interações dentro do contexto do estudo.

A ênfase qualitativa no processo vem sendo apontada como particularmente útil e adequada a pesquisas educacionais. Fazendo uma análise comparativa, Bogdan e Biklen (1994) afirmam: “As técnicas quantitativas conseguiram demonstrar, recorrendo a pré e pós-testes, que as mudanças se verificam. As estratégias qualitativas patentearam o **modo** como as expectativas se traduzem nas actividades, procedimentos e interações diários” (p. 49).

2.4.3. A pergunta definitiva

A partir do entendimento destes aspectos relativos às pesquisas qualitativas e compreendendo sua relevância para as pesquisas educacionais, julguei que o paradigma que melhor atendia às expectativas que tinha para minha investigação é o qualitativo. Ele me possibilitaria adotar uma postura mais aberta em relação aos dados, com ênfase na interpretação, e voltaria meu olhar aos processos, mais que aos resultados. Tentei, então, distanciar-me de minhas conjecturas iniciais - abandoná-las totalmente seria uma inútil pretensão, uma vez que significaria negar alguns de meus pressupostos existenciais. Modifiquei a redação de minha pergunta de pesquisa, inserindo as expressões “**de que forma**”. Acredito que esta alteração tenha modificado profundamente seu significado, agora evidenciando mais os processos e o tratamento indutivo que pretendi dar à minha pesquisa (BORBA; ARAÚJO,

2004): **“De que forma se modifica o processo de ensino-aprendizagem-avaliação quando se oferece, a alunos do curso de Administração de Empresas, a oportunidade de aprender Matemática através da resolução de problemas utilizando computadores?”**

Porém, no decurso da análise dos dados coletados percebi que não poderia responder à pergunta de pesquisa formulada. Era preciso direcionar o foco de minha busca pois as informações coletadas apontavam mais a aspectos voltados ao fato de os problemas propostos serem fechados⁸ do que por serem relacionados a aspectos específicos da área de Administração de Empresas. Percebi, ainda, que meus dados configuravam situações típicas de experiências iniciais de utilização do computador no ensino, tanto por parte dos alunos como do professor. Tal característica conferia relevância prática à pesquisa. Acrescente-se a esses, o fato de que não necessariamente os alunos apresentavam **modificações** no processo de ensino-aprendizagem-avaliação, conforme previ na pergunta inicial de pesquisa. Na realidade emergiram **relações**, as quais permitiriam estabelecer um paralelo entre as atividades que os alunos realizavam em sala de aula e as do laboratório de informática. E finalmente, e totalmente relevante, foi a percepção de que minha pesquisa, destacando tais especificidades, apresentaria resultados e reflexões ainda não desenvolvidos em pesquisas anteriores já realizadas na linha de Resolução de Problemas e/ou da Utilização dos Computadores na Educação Matemática.

Assim, dando espaço ao já destacado tratamento indutivo que caracteriza as pesquisas qualitativas, constatei que os dados apresentavam respostas mais apropriadas à seguinte pergunta:

De que forma os alunos relacionam o que fazem na sala de aula, quando utilizam lápis e papel, com o que fazem no laboratório de informática, quando estão utilizando o computador na resolução de problemas fechados sobre funções?

E esta foi, afinal, a pergunta que orientou minha pesquisa (ALLEVATO, 2005).

⁸ No contexto da Educação Matemática, um problema é **fechado** quando tanto a situação inicial como o objetivo final (resposta) do problema são pré-determinados (PEHKONEN, 2003). Em contrapartida, **abertos** são aqueles em que o processo ou o final ou a formulação de novos problemas são abertos (VAN DE WALLE, 2001).

2.5. Atividade 5: Estratégia geral para coleta de evidências

A seleção de uma estratégia geral (atividade 5) bem como a seleção dos procedimentos de pesquisa compõem uma parte de idealização da pesquisa. Resulta diretamente do fenômeno de interesse, da pergunta de pesquisa e do modelo preliminar. A estratégia determina **o que** pesquisar.

A estratégia geral definida para esta pesquisa foi aplicar um projeto de ensino de Matemática através da resolução de problemas utilizando computadores, e analisar suas implicações.

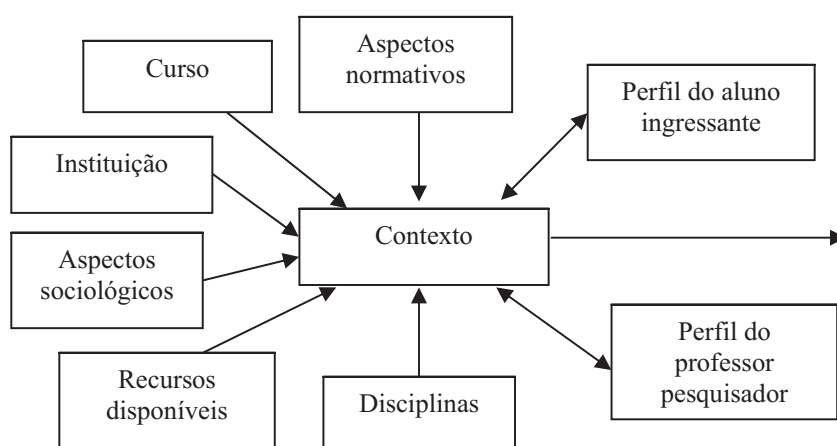
2.6. Atividade 6: Procedimentos específicos

Tendo uma estratégia, o pesquisador escolherá que procedimentos serão utilizados para levá-la a cabo, isto é, ele decidirá **como** colocará em prática sua estratégia (atividade 6). Os procedimentos tornam exequível o que foi idealizado.

Retomarei o modelo preliminar apresentado na seção 2.2 considerando-o por partes, a fim de justificar a escolha dos procedimentos para cada momento particular da pesquisa. Ressalto que as fronteiras que separam os conceitos de método e procedimentos são notadamente difusas, de modo que tratarei de ambos, mais ou menos simultaneamente, a seguir.

2.6.1. Fase inicial do modelo preliminar

A fase inicial, de exploração (diagrama a seguir), teve como objetivo caracterizar o contexto em que a pesquisa foi desenvolvida. Foram utilizados análise documental, questionários, observação e entrevista.



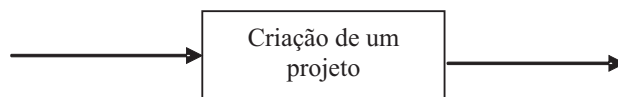
A **análise documental** é utilizada quando as evidências já existem, mas precisam ser selecionadas e organizadas. Aqui foram estudados documentos e trabalhos de pesquisa sobre aspectos da realidade social e profissional do administrador de empresas, leis e regulamentações para os cursos superiores de Administração de Empresas, o projeto pedagógico do curso na instituição e o programa da disciplina Matemática, onde a efetiva coleta de dados se realizou.

Os **questionários** são utilizados quando as situações existem, mas as evidências precisam ser desenvolvidas. Foram aplicados questionários aos alunos participantes, a fim de delinear seu perfil. Eles foram constituídos de questões estruturadas a respeito de sua vida escolar, sua relação com a Matemática, sua experiência com a utilização de computadores no ensino e opção profissional.

As informações necessárias para traçar o perfil do professor foram obtidas de uma entrevista e de conversas informais entre ele e o pesquisador. Mas também foi possível inferir importantes elementos sobre seu perfil a partir das **observações** realizadas na coleta de dados.

Também foi realizada uma **entrevista** semi-estruturada com o professor, que permitiu esclarecer algumas de suas idéias e concepções sobre resolução de problemas, sobre o ensino de Matemática e sobre a utilização do computador no ensino de Matemática.

2.6.2. Fase intermediária do modelo preliminar

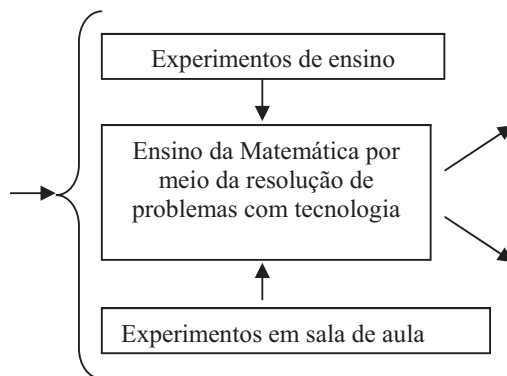


Na fase intermediária, de idealização, ocorreu a escolha do *software* a ser utilizado e a elaboração dos problemas a serem aplicados aos alunos da turma de ingressantes do curso de Administração de Empresas. Foram problemas criados pelo pesquisador ou adaptados de livros, conforme o programa pré-estabelecido para a disciplina. O *software* escolhido foi o *Winplot*⁹, um *software* gráfico, gratuito, e voltado ao estudo de funções e outros assuntos matemáticos. Assim, enquadrava-se bem aos conteúdos que seriam trabalhados com os alunos.

2.7. Atividade 7: Coletar evidências - fase final do modelo preliminar

Neste momento são recolhidos os dados, que fornecerão subsídios para responder à pergunta norteadora da pesquisa. (ROMBERG, 1992)

A coleta de dados foi esboçada na parte referente à fase de realização (terceira fase) do meu modelo preliminar:



Nesta etapa foram realizados experimentos-piloto, os quais consistiram da aplicação das atividades de resolução de problemas, em sala de aula. Eles foram de extrema relevância pois apontaram possíveis e necessários ajustes

⁹ A versão em português, preparada pelo Prof. Adelmo Ribeiro de Jesus, pode ser obtido no endereço <http://math.exeter.edu/rparris/winplot.html>.

nos enunciados dos problemas, na orientação para a utilização do computador, bem como nos procedimentos para a condução da atividade, sinalizando aspectos que foram importantes na efetiva coleta e análise das evidências.

Esta coleta (atividade 7) consistiria na aplicação dos problemas em sala de aula e deveria ocorrer no segundo semestre do ano em que foram realizados os experimentos-piloto. As atividades seriam aplicadas pelo pesquisador, que era o professor da turma. Porém, por motivos administrativos, a faculdade não formou a turma e, portanto, não havia tais alunos ingressantes que participariam da pesquisa.

Skovsmose e Borba (2000) advertem que podem ocorrer três tipos de situação no decorrer de uma pesquisa, das quais a primeira é a que se refere à *situação corrente*. Trata-se de um conjunto de fatos e acontecimentos que configuram o cenário em que está inserida a pesquisa, e que a faz tomar uma direção não necessariamente imaginada pelo pesquisador. O pesquisador, então, analisa possibilidades e idealiza encaminhamentos (*situação imaginada*) que possibilitem dar continuidade à pesquisa. Entre as alternativas analisadas para dar prosseguimento à minha pesquisa, optamos por observar as aulas de um outro professor. Ele também ministrava aulas de Matemática para alunos de Administração de Empresas e também fundamentava seu ensino em resolução de problemas. Ao ser consultado sobre esta possibilidade colocou-se prontamente à disposição, dividiu suas aulas realizando metade de cada uma delas na sala de aula convencional¹⁰ e a outra metade no laboratório de Informática, utilizando o *software Winplot*. E assim foi redefinido o método de coleta de evidências. Cabe aqui, um paralelo ao terceiro tipo de situação apresentada por Skovsmose e Borba (2000), a *situação arranjada*, uma alternativa prática de solução de imprevistos emergentes durante o processo de investigação, possibilidades alternativas assumidas pelo pesquisador.

Estes fatos nos remetem a um recurso bastante presente em pesquisas qualitativas, que é o, assim chamado, *design emergente*. Ele constitui-se na escolha e configuração de métodos e procedimentos de pesquisa no decurso

¹⁰ Refiro-me à sala de aula em que os recursos auxiliares de ensino, à disposição do professor, são somente a lousa e o giz. Doravante será designada apenas como “sala de aula” a fim de evitar repetições.

de sua realização. Caracteriza-se por atender às demandas que surgem das contingências e fatos que emergem durante o processo de investigação. Não se trata de adotar o *espontaneísmo*, mas de compreender a necessidade de estabelecer um relacionamento interativo e flexível, em que os instrumentos se configuram a partir do objeto de pesquisa, evidenciando, isto sim, um certo grau de flexibilidade necessário ao rigor metodológico. (ALLEVATO, 2002b)

2.7.1. Observação participante

O professor da turma explicitou seu desejo e satisfação em poder contar com o auxílio do pesquisador na implementação das aulas utilizando o *software*. Ficou definido, assim, que eu adotaria a observação participante. De acordo com a classificação elaborada por Romberg (1992), este método é utilizado quando a situação existe, mas as evidências precisam ser desenvolvidas. A situação, neste caso, refere-se à turma de alunos em questão, em suas aulas de Matemática.

Este é um dos métodos mais utilizados pelos pesquisadores qualitativos. Na observação participante “o pesquisador se torna parte da situação observada, interagindo por longos períodos com os sujeitos, buscando partilhar seu cotidiano [...]” (ALVES-MAZZOTTI, 2001, p. 166).

No caso desta pesquisa, ela foi realizada durante um semestre, em quatro horas-aula semanais com a turma. Nas aulas em sala convencional, a aula era conduzida, essencialmente, pelo professor. Nestes momentos eu apenas observava e fazia anotações sobre essas observações. Nas aulas no laboratório de Informática, o pesquisador desempenhou um papel mais ativo; nelas eu auxiliava os alunos na resolução de problemas utilizando o *Winplot*.

2.7.2. O registro das evidências

Para o registro dos dados foram utilizados: gravações, documentos elaborados pelos alunos e diário de campo.

Os diálogos entre os alunos e o pesquisador, durante as atividades de resolução de problemas com a utilização do computador, foram registrados por meio de **gravações**. Um mini-gravador foi mantido junto ao pesquisador,

que gravava cada diálogo ocorrido entre ele e os alunos. Tais diálogos foram transcritos para posterior análise. Também a entrevista realizada com o professor foi gravada e transcrita e auxiliou sobremaneira na interpretação das evidências.

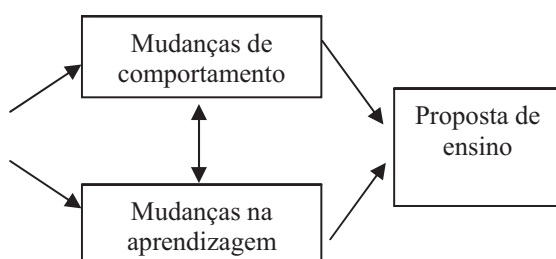
Alguns **documentos** foram analisados, que se constituíram, também, em fonte de dados. Entre eles, estão os problemas resolvidos em aula ou nas avaliações, na sala de aula ou no laboratório, que foram entregues pelos alunos por escrito. Os alunos também entregaram, impresso, um trabalho que o professor propôs para ser feito como tarefa, em casa, utilizando o *Winplot*.

Um extenso e detalhado **diário de campo** foi elaborado, com anotações feitas após cada dia de observação. Elas constituem um relato escrito do que o investigador ouve, vê, presencia e pensa durante e após a coleta de evidências. Nelas há registro de idéias, reflexões, impressões e percepções, bem como padrões que emergem dessas evidências. Para Bogdan e Biklen (1994) “as notas de campo são fundamentais para a observação participante” (p.150). Por isso optei por constituir um diário; ele complementa o que foi obtido das gravações dos diálogos.

2.8. Atividade 8: Interpretar evidências

Esta atividade (atividade 8) envolve, entre outras coisas, selecionar, categorizar e organizar os dados coletados (ROMBERG, 1992).

As três últimas variáveis apresentadas no modelo preliminar (diagrama a seguir) expressam mais fielmente as conjecturas iniciais que elaborei para esta pesquisa. Nelas, o termo “mudanças” expressa intenções de comparação. Minha significativa experiência ensinando nos moldes ditos tradicionais me leva, natural e inevitavelmente, a fazer comparações e perceber diferenças entre aquele e este novo enfoque de ensino.



Porém, comparar e estabelecer diferenças não mais representavam o eixo central das análises dos dados obtidos. O método indutivo abraçado *a posteriori*, quando da compreensão de sua importância em pesquisas qualitativas, permitiu que outros elementos emergissem dos dados que, não menos relevantes, mereceram ser considerados.

A interpretação das evidências, também chamada análise de dados, iniciou-se durante a coleta de dados, tornando-se mais efetiva durante a redação das notas de campo. Nesta fase, já se percebia regularidades, padrões ou tópicos presentes nas evidências, que configuraram algumas categorias de análise: foi o caso da linguagem. (Tabela 1, p. 194)

A análise realmente sistemática iniciou-se após o encerramento da coleta de evidências, não sem antes fazer um intervalo, uma pausa de alguns poucos meses, sem que se realizasse qualquer trabalho sobre as evidências coletadas. Isto possibilita que o pesquisador, distanciando-se dos detalhes do campo, possa perceber os dados sob outras perspectivas, ler e desenvolver outras idéias, ganhar entusiasmo renovado pelas evidências. A este procedimento dá-se o nome de estranhamento dos dados. (BOGDAN; BIKLEN, 1994)

Após uma cuidadosa seleção de “recortes” entre a grande quantidade de dados registrados, era preciso organizá-los a fim de possibilitar sua apresentação. A Tabela 1 mostra como os dados foram organizados, em várias partes, cada uma delas tratando de um subtema relacionado ao tema da pesquisa, qual seja o ensino de Matemática através da resolução de problemas utilizando os computadores.

Um subtema constitui-se em uma categoria de análise, conforme é comumente chamado na literatura de metodologia de pesquisa. Em cada um dos 3 subtemas estabelecidos foram constituídos cenários, que são conjuntos de dados agrupados por estarem relacionados a um aspecto particular do subtema em questão. Neles há episódios de aula, resoluções de problemas realizadas pelos alunos, narrativas e comentários relacionados a um determinado aspecto do subtema ao qual ele está relacionado. Um cenário contém fatos que ocorreram, em geral, em momentos diferentes e que tiveram origem nas diferentes formas de registro dos dados: diário de campo, documentos e gravações. Assim, o que determina sua unidade não é o fato de ter ocorrido em um momento específico ou intervalo de tempo limitado. Antes, a unidade se configura pela relação de todos os elementos do cenário com um aspecto particular do subtema ao qual pertence. Tais cenários não são, necessariamente, disjuntos pois alguns fatos podem estar ligados a mais de um aspecto entre os considerados.

Essa forma de interpretação e organização das evidências tem por objetivo evidenciar a triangulação dos dados, que fundamenta-se no inter-relacionamento do referencial teórico da pesquisa com os diferentes registros das evidências coletadas, e sempre norteada pelos objetivos e a pergunta da pesquisa. A triangulação, ao combinar e cruzar múltiplos aspectos (pontos de vista, métodos, fontes de dados, etc.) representa um valioso recurso de ampliação das possibilidades de validação dos resultados de uma pesquisa. (GOLDENBERG; 1999)

A Tabela 1 mostra como foram organizados os dados a partir da análise:

Tema de pesquisa	Subtemas para análise	Cenários
O ensino de Matemática através da resolução de problemas utilizando os computadores	A resolução de problemas com o computador e a resolução de problemas sem o computador	1. A dinâmica da aula e seus efeitos.
		2. Relacionando conhecimentos e procedimentos.
		3. Concepções sobre resolução de problemas.
	A avaliação.	4. Problemas secundários evidenciam lacunas de conhecimento.
		5. A compreensão dos estudantes cresce e se aprofunda.
		6. O professor em foco e o foco do professor.
	A linguagem.	7. A linguagem do computador pode ser a causa de um conflito.
		8. A linguagem matemática e o uso do computador

Tabela 1: Organização dos Dados.

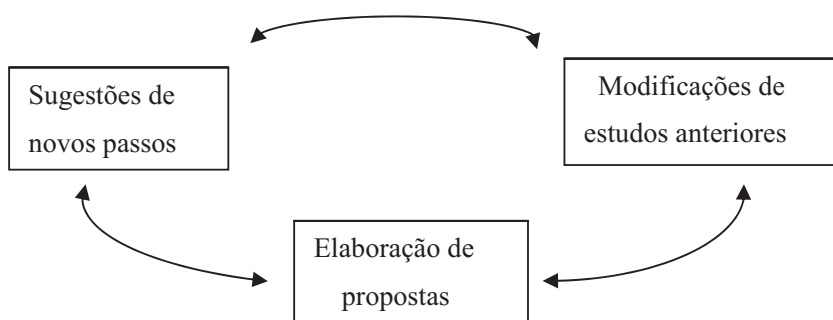
2.9. Atividade 9: Transmitir os resultados a outros

Ser membro de uma comunidade científica implica na responsabilidade de transmitir aos pares os resultados de suas pesquisas (atividade 9). Comentários, críticas e sugestões são a fonte de novas questões para investigação, de novas idéias, ou mesmo reforçam e complementam idéias.

A participação nos grupos de estudo, o GTERP e o GPIMEM, e em eventos científicos, e as discussões realizadas sobre esta pesquisa ou pesquisas afins, em vários momentos, durante e após seu desenvolvimento, foram determinantes na sua configuração, encaminhamento e amadurecimento. (ALLEVATO, 2001, 2002a, 2003, 2004)

2.10. Atividade 10: Antecipar as ações de outros

Comentários e sugestões serão fonte, também, de novas questões para investigação e são eles que criam, nas comunidades científicas, as “cadeias de investigação”. Romberg (1992, p. 53) apresenta o seguinte esquema:



Nas considerações finais do relatório final que registrou a presente pesquisa (ALLEVATO, 2005) uma seção intitulada “As Limitações deste Estudo” explicita alguns elementos percebidos pelo pesquisador que configuraram fronteiras além das quais não foi possível ultrapassar. Referem-se, neste caso, especialmente àquelas advindas de dificuldades de natureza metodológica decorrentes da realização de pesquisa em sala de aula. Outros pesquisadores poderão, a partir da experiência relatada, sugerir modificações e elaborar propostas para a realização de novas investigações que tentem minimizar tais limitações.

Uma outra seção, “As Perspectivas de Novos Estudos”, foi dedicada a apontar possíveis estudos a serem realizados. Algumas questões que não puderam ser atacadas nesta pesquisa, por razões práticas, metodológicas ou teóricas foram apontadas e constituem caminhos e possibilidades para o desenvolvimento de novos estudos.

É importante que o pesquisador vislumbre o alcance, as possibilidades e limitações de seu estudo. Salomon (1999) afirma: “A importância da pesquisa científica se mede pelas mudanças que acarreta em nosso corpo de conhecimentos e/ou pelos novos problemas que suscita” (p. 219).

3. Considerações finais

Esse foi, afinal, o percurso metodológico realizado na pesquisa de Allevato (2005), cuja explicitação foi o objetivo deste artigo. Dentro das orientações gerais fornecidas por Romberg (1992) em seu modelo, este artigo ilustra como foram realizadas as opções e ações apoiadas nos fundamentos da pesquisa qualitativa.

Muitos métodos, aspectos e outros elementos presentes nas pesquisas qualitativas foram abordados nesta apresentação. Procurei esclarecer e justificar brevemente cada um deles. O leitor interessado poderá aprofundar suas compreensões recorrendo às referências indicadas.

Possa este trabalho ser útil aos que realizam ou pretendem realizar pesquisa em Educação em geral, ou em Educação Matemática, em particular.

Referências

- ALLEVATO, N. S. G. Como pesquisar em educação matemática: a proposta de Romberg. In: Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática, 5., 2001, São Paulo. **Anais...** São Paulo: PUC, 2001. p. 359-363.
- ALLEVATO, N. S. G. O ensino da matemática por meio da resolução de problemas usando computadores. In: Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática, 6., 2002a, Campinas. **Anais...** Campinas, SP: UNICAMP, 2002a. p. 672-679.
- ALLEVATO, N. S. G. O papel das teorias científicas e a evolução do conceito de *Grounded Theory*: uma alternativa em pesquisas qualitativas. In: Fórum de Investigação Qualitativa, 3., 2002b, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2002b. p. 1-8.
- ALLEVATO, N. S. G. Iniciando reflexões sobre o ensino de matemática através da resolução de problemas usando computadores. In: Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática, 7., 2003, Rio Claro. **Anais...** Rio Claro, SP: IGCE, UNESP, 2003. p. 1-5.
- ALLEVATO, N. S. G. Resolução de problemas, software gráfico e detecção de lacunas no conhecimento da linguagem algébrica. In: Encontro Nacional de Educação Matemática, 8., 2004, Recife. **Anais...** Recife, Universidade Federal de Pernambuco. 2004. p. 1-21.
- ALLEVATO, N. S. G. **Associando o computador à resolução de problemas fechados: análise de uma experiência.** 2005. 370 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2005. Disponível em: http://www.biblioteca.unesp.br/bibliotecadigital/document/get.php/3357/allevato_nsg_dr_rcla.pdf
- ALVES-MAZZOTTI, A. J. **O método nas ciências sociais.** São Paulo: Pioneira, 2001. p. 109-188.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Lisboa: Porto Editora, 1994.

BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. **Pesquisa qualitativa em educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2004.

FERREIRA, A. B. H. **Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa**. 2. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.

GOLDENBERG, M. **A arte de pesquisar**. 3. ed. Rio de Janeiro: Record, 1999.

JAPIASSÚ, H.; MARCONDES, D. **Dicionário básico de filosofia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1996.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. **A pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

PEHKONEN, E. State-of-the-art in problem solving: focus on open problems. In: PROMATH, 2003, Berlin. **Proceedings...** Berlin: Verlag Franzbecker, 2003. p. 93-111.

ROMBERG, T. A. Perspectives on scholarship and research methods. In: GROUWS, D. A. **Handbook of research on mathematics teaching and learning**. New York: Macmillan, 1992. p. 49-64.

SALOMON, D. V. **Como fazer uma monografia**. 9. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 20. ed. São Paulo: Cortez, 1996.

SKOVSMOSE, O.; BORBA, M. **Research methodology and critical mathematics education**. Roskilde: Royal Danish School of Educational Studies, 2000.

VAN DE WALLE, J. A. Teaching through problem solving. In: VAN DE WALLE, J. A. **Elementary and middle school mathematics**. New York: Longman, 2001.

Aprovado em dezembro de 2007

Submetido em maio de 2007

