

JOSÉ MARIA SOARES RODRIGUES

**FORMAÇÃO MATEMÁTICA DE PROFESSORES DE ATUAÇÃO
MULTIDISCIPLINAR NAS SÉRIES INICIAIS DO ENSINO
FUNDAMENTAL: indicativos com vistas a estudos de noções de
Probabilidade**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Paraná como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação, Linha de Pesquisa: Educação Matemática.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Tereza
Carneiro Soares

CURITIBA
2005

JOSÉ MARIA SOARES RODRIGUES

**FORMAÇÃO MATEMÁTICA DE PROFESSORES DE ATUAÇÃO
MULTIDISCIPLINAR NAS SÉRIES INICIAIS DO ENSINO
FUNDAMENTAL: indicativos com vistas a estudos de noções de
Probabilidade**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Paraná como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação, Linha de Pesquisa: Educação Matemática.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Tereza Carneiro Soares

CURITIBA

2005

PRO0118687-4

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Rodrigues, José Maria Soares

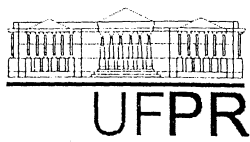
Formação matemática de professores de atuação multidisciplinar nas séries iniciais do ensino fundamental: indicativos com vistas e estudos de noções de probabilidade/ José Maria Soares Rodrigues - 2005.

121 f., 23 cm

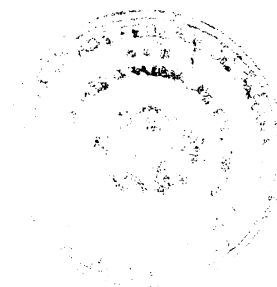
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-graduação em Educação, Curitiba, 2005.

1. Matemática - Estudo e ensino - Probabilidades 2. Professores de matemática - Ensino fundamental. 3. Probabilidades. 4. Ensino - Aprendizagem - Matemática. I. Título.

CDD - 21.ed 519



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO



PARECER

Defesa de Dissertação de **JOSÉ MARIA SOARES RODRIGUES** para obtenção do Título de MESTRE EM EDUCAÇÃO. Os abaixo-assinados, DR^a MARIA TEREZA CARNEIRO SOARES, DR^a EDDA CURI E DR^a CELI APARECIDA ESPANSODIN LOPES argüiram, nesta data, o candidato acima citado, o qual apresentou a seguinte Dissertação: **“FORMAÇÃO MATEMÁTICA DE PROFESSORES DE ATUAÇÃO MULTIDISCIPLINAR NAS SÉRIES INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL: INDICATIVOS COM VISTAS A ESTUDOS DE NOÇÕES DE PROBABILIDADE”**.

Procedida a argüição, segundo o Protocolo aprovado pelo Colegiado, a Banca é de Parecer que o candidato está apto ao Título de MESTRE EM EDUCAÇÃO, tendo merecido as apreciações abaixo:

BANCA	ASSINATURA	APRECIÇÃO
DR ^a MARIA TEREZA CARNEIRO SOARES		Aprovado
DR ^a EDDA CURI		Aprovado
DR ^a CELI APARECIDA ESPANSODIN LOPES		APROVADO

Curitiba, 29 de agosto 2005

Prof. Dr. Marcus Aurélio Taborda de Oliveira
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Educação

DEDICATÓRIA

A todos que desenvolvem trabalhos na educação escolar, contribuindo com informações para a construção de conhecimentos que servem de subsídios para uma melhor compreensão da sociedade humana e o significado de nossa existência.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Paraná, representada pelos professores e servidores administrativos do Programa de Pós-graduação em Educação, pela acolhida calorosa e oportunidade que me deram, deixando-me bastante à vontade para estudar, rir, perguntar, aprender e acreditar que seria possível realizar muitas coisas, quando tudo parecia acabado.

Aos colegas do curso, pelo companheirismo e cuidado que tiveram comigo. Carinhos especiais para Alayde Digiovanni e Idemar Vizolli que, com seus questionamentos e ensinamentos, contribuíram bastante para o meu aprendizado.

Aos professores Ademir Caldeira (Miro), José Carlos Cifuentes, Carlos Roberto Vianna, Ettiene Guérios, Ana Maria Liblik, Tânia Baibich, Maria Lúcia Faria Moro e Maria Tereza Carneiro Soares, pela socialização de informações; por serem destemidos no fazer educacional e pelos seus discursos autênticos, que me ajudaram a reestruturar, ampliar e aprofundar conhecimentos sobre o humano, fazendo-me compreender melhor o projeto educacional.

À minha enorme família, pela paciência na espera de meu retorno.

À Osmarina Gerhardt, pelo amor, carinho, compreensão e tudo mais que não caberia nesta folha.

Às noites geladas de Curitiba que aqueceram meu coração!

RESUMO

Na tentativa de responder que conhecimentos referentes a noções de Probabilidade deveriam ser ensinados numa disciplina de Matemática para formação de professores de atuação multidisciplinar, com vistas ao ensino desse conteúdo nas séries iniciais do ensino fundamental, buscou-se identificar proposições e indicativos teóricos sobre a formação matemática desses professores; sobre conhecimentos que deveriam ter dos conteúdos que irão ensinar; e sobre noções de Probabilidade que poderiam ser contempladas em seus cursos de formação inicial. Os resultados mostram, por um lado, que a formação matemática dos professores de atuação multidisciplinar é problemática e que vários fatores precisam ser observados pelos formadores e instituições formadoras; por outro lado, apontam para a necessidade desses professores desenvolverem um profundo conhecimento dos conteúdos que irão ensinar. Quanto a conhecimentos referentes a noções de Probabilidade a serem contemplados nessa formação matemática, evidencia-se a existência de perspectivas diferenciadas em relação a objetivos que se pretende com o ensino desse tópico da Matemática no contexto escolar, dentre as quais tem-se o desenvolvimento de um tipo de raciocínio não determinístico.

Palavras-chave: professores de atuação multidisciplinar, formação matemática, noções de Probabilidade.

ABSTRACT

In an attempt to answer whether knowledge of the notions of Probability should be taught in a Mathematics courses in preparing teachers for multidisciplinary teaching with a view to dealing with the earliest grades of elementary education, we sought to identify propositions and theoretical indications concerning the mathematical preparedness of these teachers, the knowledge they should have of the subject matter they will be teaching and the notions of Probability that could be contemplated in their initial preparation courses. The results show, on the one hand, that the training in mathematics of multidisciplinary teachers is problematic and that several factors need to be observed by teacher trainers and teacher-training institutions; on the other hand, they point out the need for these teachers to develop deeper knowledge of the subject matter they will be teaching. When it comes to knowledge of the notions of Probability that will be involved in this mathematics process, we witness that there are different perspectives concerning the intended objectives of teaching this topics of Mathematics in schools, among which are the development of a non-deterministic type of reasoning.

Key words: multidisciplinary teachers, mathematical preparedness, notions of Probability

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	10
1.1	Caminhos percorridos e inquietações	12
1.2	Delimitação do objeto de estudo.....	17
1.3	Objetivos	19
1.4	Procedimentos metodológicos	20
2	FORMAÇÃO MATEMÁTICA INICIAL DE PROFESSORES QUE ENSINAM MATEMÁTICA	24
2.1	Apontando problemas, levantando questões	25
2.2	Resultados de algumas pesquisas	29
2.3	A situação dos professores de atuação multidisciplinar.....	39
2.4	Indicativos para uma formação inicial	43
3	A QUESTÃO DOS CONTEÚDOS	52
3.1	O conhecimento dos conteúdos na composição do saber docente.....	53
3.2	O conhecimento matemático do professor.....	56
3.3	O caso dos professores de atuação multidisciplinar	59
3.3.1	Seleção de conteúdos para formação matemática	65
3.3.1.1	Os documentos oficiais.....	68
3.3.1.2	Articulação com conteúdos matemáticos para as séries iniciais.....	70
3.3.2	Em direção a estudos relativos a noções de Probabilidade	75
4	A PROBABILIDADE NA MATEMÁTICA ESCOLAR	77
4.1	Influências do contexto social no currículo escolar	79
4.2	Influências das tendências curriculares e avaliações internacionais	81
4.3	Noções de Probabilidade nas séries iniciais	84
4.4	Considerações com vistas a proposições	89
5	NOÇÕES BÁSICAS PARA ESTUDOS DE PROBABILIDADE	92
5.1	Perspectivas sobre lugares e papéis da Probabilidade.....	93
5.2	Aspecto intuitivo de noções de probabilidade.....	99
5.3	Modelos matemáticos para o cálculo de Probabilidade	103

5.3.1	Definição clássica	105
5.3.2	Definição frequentista	107
5.3.3	Idéias e conceitos matemáticos nos modelos clássico e frequentista ...	108
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS: ENTRE O ESSENCIAL E O PERIFÉRICO	111
	REFERÊNCIAS	118

1 APRESENTAÇÃO

No âmbito da educação matemática, a questão que gira em torno do conhecimento que os professores deveriam ter acerca dos conteúdos que se constituem em objeto de ensino vem sendo evidenciada nos últimos anos em face da multiplicidade de problemas que estariam correlacionados à mesma. No Brasil, por exemplo, acredita-se que o baixo desempenho matemático de alunos nas avaliações do Exame Nacional de Cursos (Provão), nas do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e nas do *Program for International Students Assessment* (PISA), tem relação, dentre outros motivos, com a fraca preparação matemática dos seus professores.

A problemática do conhecimento matemático dos professores vem instigando estudos em vários países. Algumas pesquisas revelam que muitos dos professores e futuros professores que ensinam Matemática não compreendem profundamente os conteúdos que irão ensinar e que os cursos de formação inicial não estão proporcionando condições para o desenvolvimento dessa compreensão (VELOSO, 2004; PONTE, 2004; CURI, 2004; GAIO & DUARTE, 2004, entre outros).

Em Portugal, Veloso (2004) e Ponte (2004) estranham que naquele país a questão da preparação matemática dos professores ainda não tenha sido escolhida como objeto de estudo da investigação em educação matemática, mesmo que lhe seja atribuída um elevado grau de importância. Segundo esses autores, quando o tema da formação matemática inicial de professores é colocada em discussão, existe uma predominância na abordagem do aspecto didático-pedagógico do que em relação ao conhecimento da matemática fundamental que deve ser objeto de ensino.

O conhecimento dos conteúdos a serem ensinados é apontado por Shulman (1986, 1987) como um dos conhecimentos necessários à prática docente. Esse autor americano, um dos mais citados nas obras sobre conhecimentos necessários à formação docente, ao analisar o quadro geral das pesquisas educacionais realizadas até a década de 1980, nos EUA, constatou a predominância de questões pedagógicas de natureza geral, em detrimento do conhecimento sobre o ensino da matéria propriamente dito. Ele considera a pesquisa sobre o ensino dos conteúdos um “paradigma perdido”, um verdadeiro ponto cego, pelo desprezo com que o assunto é tratado pelos pesquisadores.

No caso dos professores de atuação multidisciplinar nas séries iniciais, estudiosos concluem que a formação matemática inicial desses professores torna-se ainda mais problemática por se considerar que eles não precisariam ter conhecimentos matemáticos profundos dos conteúdos, bastando saber como ensiná-los, conforme relatam os estudos de Curi (2004) e Gaio & Duarte (2004) que apontam para a existência de uma concepção dominante de que a matemática elementar é fácil e, por conseguinte, não precisaria de aprofundamentos por parte de quem a ensina.

Neste trabalho, decidimos estudar a formação matemática de professores de atuação multidisciplinar nas séries iniciais do Ensino Fundamental, focalizando o conhecimento dos conteúdos como um dos componentes do saber docente. Essa escolha foi influenciada pela concepção que temos do papel do professor que ao assumir-se como mediador do conhecimento precisaria compreender profundamente o que ensina. Todavia, essa concepção – que orienta nossas escolhas – foi se constituindo ao longo de uma trajetória que tentaremos pontuar com vistas a situar o presente estudo.

1.1 Caminhos percorridos e inquietações

Em nossa trajetória de vida existem situações que desempenham um papel capital na constituição do nosso modo de ser e estar no mundo. São circunstâncias que têm implicações na rede de histórias que influenciam fortemente, também, nosso lado profissional. Nessa perspectiva, entendemos que ao escolher um tema para investigação, não o fazemos porque *sempre* estivemos preocupados com ele. *Sempre*, é muito tempo. Nossas escolhas se constituem ao longo de nossa jornada por meio de erros e acertos, tentativas e aproximações, leituras e debates, avanços e recuos, enfim, por experiências que nos possibilitam fazer reflexões sobre determinados assuntos. Acreditamos que um certo distanciamento e maturidade fazem-se necessários para que possamos refletir criticamente, estabelecendo correlações com referenciais teóricos, se desejamos uma compreensão mais ampliada do objeto que pretendemos estudar.

É nessa perspectiva que descrevemos recortes de nossa trajetória discente e docente, mostrando parte de nossas inquietações sobre a problemática educacional, com o objetivo de possibilitar um cenário acerca da compreensão que temos do conhecimento matemático que se almeja no contexto escolar, e que nos levaram a este estudo sobre a formação matemática do professor, no qual enfatizamos o conhecimento que o professor deveria desenvolver em relação aos conteúdos que ensina. Esses recortes da nossa trajetória permearão boa parte deste trabalho.

Na condição de formador de professores de atuação multidisciplinar, numa instituição de ensino superior localizada na cidade de Belém, no Estado do Pará, Brasil, fomos responsáveis, no ano de 2001, pela tomada de decisões

curriculares sobre conteúdos matemáticos considerados necessários à formação desses professores. Essa participação na tomada de decisões curriculares nos colocou numa situação bastante delicada, porque, há algum tempo, temos nos inquietado, entre outras questões, com a que gira em torno do conhecimento que os professores deveriam ter acerca dos conteúdos que irão ensinar.

Parte dessa inquietação reside no fato de convivermos numa região em que o *amadorismo* se faz presente em muitas profissões. Temos percebido que muitas pessoas optam por desempenhar uma função sem ter conhecimentos que lhes permitam transitar confortavelmente entre as tarefas que propõem e as atividades que realizam. Confortável no sentido de mobilizar conhecimentos em situações complexas, compreendendo o dinamismo das relações envolvidas nessas situações a fim de encaminhar soluções sob diferentes abordagens e perspectivas. Ou seja, entendemos que as pessoas estariam numa situação confortável, em relação às suas profissões, quando entendessem profundamente o que fazem, sentindo-se à vontade naquilo que realizam. Sabemos que não é tão simples assim, principalmente se consideramos as circunstâncias em que as profissões são criadas e exercidas. Mas, infelizmente, o amadorismo é a referência que temos acerca de muitos profissionais e que nos incomoda bastante porque, em certa medida, vemos isso refletido também no magistério, em todos os níveis de ensino.

Em nossa atuação docente, na formação de professores de atuação multidisciplinar, temos percebido que muitos desses futuros professores têm dificuldades em explicitar, por meio de justificção – explanação ou mesmo na forma escrita – o que eles julgam conhecer sobre conteúdos da matemática elementar com os quais irão lidar em suas salas de aula. Alguns deles, por exemplo, não sabem

explicar o valor posicional dos algarismos num procedimento de multiplicação. Eles sabem *fazer* mas, geralmente, não sabem o *porquê*.

Entretanto, muitos deles mostram-se interessados em conhecer justificativas que lhes possibilitem entender o conhecimento matemático escolar, quando este é apresentado sob perspectivas que não aquelas usualmente exploradas na escola, que se baseia quase que exclusivamente em regras e fórmulas. Temos observado que quando esses futuros professores têm oportunidade de perceber que o conhecimento matemático vai além de regras e fórmulas, parecemos que eles passam a encará-lo de forma mais positiva, expressando – muitas vezes – conhecimentos que julgavam não estarem relacionados com a matemática escolar, como por exemplo: o aspecto intuitivo de conceitos e idéias matemáticas que por meio de conjecturas podem levar ao aspecto formal.

Do nosso ponto de vista, o professor, de qualquer nível de ensino, teria que desenvolver conhecimentos necessários ao *bom* desempenho de sua função docente e, nesta perspectiva, a formação inicial joga um papel fundamental nessa questão. No entendimento de Nóvoa (1995, p. 9), não existe ensino de qualidade, nem reforma educativa, nem inovação pedagógica, sem uma adequada formação de professores. Ele considera que essa afirmação é de uma banalidade a toda prova. Todavia, reconhece que vale a pena recordá-la num momento em que o ensino e os professores se encontram sob o fogo cruzado das mais diversas críticas e acusações.

A questão do conhecimento que os professores deveriam ter acerca dos conteúdos a serem ensinados incomodou-nos, sobremaneira, quando ingressamos nos cursos de Engenharia Civil e Licenciatura em Matemática, na Universidade Federal do Pará, nos anos de 1982 e 1987, respectivamente. No curso de

Engenharia Civil, os encaminhamentos que os professores davam aos conteúdos matemáticos em suas aulas, levava-nos a indagar se a matemática se resumia aquilo, feita daquele modo: cálculos e mais cálculos. Reconhecemos que o cálculo é parte integrante do conhecimento matemático, mas da forma como ele era ressaltado parecia ser o primeiro e único. Naquela época, na maioria das vezes, não conseguíamos compreender os conteúdos matemáticos ensinados ao ponto de estabelecermos relações com as demais disciplinas do curso. Ou seja, não conseguíamos mobilizar conceitos e procedimentos matemáticos em outras situações que não aquelas do contexto intrínseco das aulas de cálculo.

No segundo caso, Licenciatura em Matemática, havia um complicador maior. Além de não conseguirmos, geralmente, atribuir significados aos conteúdos ensinados na instituição universitária, não víamos articulações entre aqueles conteúdos e os que eram propostos para os ensinos fundamental e médio com os quais iríamos lidar. Essa desarticulação foi confirmada, ou mais evidenciada, quando da nossa atuação no magistério, como professor de Matemática na Educação Básica, na chamada fase de iniciação profissional. De acordo com Marcelo Garcia (1995, p. 66), esta fase compreende os primeiros anos de docência e denomina-se período de iniciação ao ensino, na qual realiza-se a transição de estudantes para professores.

Quando ingressamos no curso de Licenciatura em Matemática, não tínhamos clareza do papel da educação, da escola, do professor e do conhecimento matemático em suas diferentes abordagens e perspectivas. Após a formatura, essas noções continuaram obscuras. Não que as tenhamos compreendido atualmente, mas houve um avanço em relação aquele período. O contato com os alunos, na fase de iniciação ao ensino, mostraram-nos situações que não foram discutidas e

refletidas no âmbito universitário. Foi o chamado “choque de realidade” que, segundo Simon Veeman (apud MARCELO GARCIA, 1995, p. 66), é a situação por que passam muitos professores no seu primeiro ano de docência. De acordo com esse autor, esse período caracteriza-se por um processo de intensa aprendizagem, quase sempre do tipo ensaio-erro, marcado por uma lógica de sobrevivência. Em nosso caso específico, o “choque de realidade” não se deu apenas no primeiro ano de docência, mas por um longo período de nossa trajetória.

Ao optarmos pela profissão docente, gostaríamos de ensinar Matemática providos de uma bagagem que nos permitisse fazê-lo da *melhor* forma possível. Nesta concepção, buscamos, em cursos de especialização, informações que possibilitassem a ampliação e reestruturação de nossos conhecimentos para atuar como professor de Matemática. Essas buscas se deram em vários sentidos, tanto no aspecto do conhecimento dos conteúdos a serem ensinados, quanto das orientações didáticas que deveriam ser dadas aos mesmos. Aos poucos, compreendemos que havia um longo caminho a ser percorrido, na tentativa de encontrarmos aproximações que nos possibilitassem entender a dimensão da profissão que resolvemos abraçar.

Após termos lecionado Matemática nos ensinamentos fundamental e médio por sete anos, em 2001 fomos convidados a integrar um grupo de professores para ministrar aulas de Fundamentos da Matemática, num curso normal superior. Nessa condição, tivemos oportunidade de observar situações que nos levaram a antigas indagações. Só que dessa vez, ocupávamos uma posição que fora motivo de críticas de nossa parte: a de formador. Será que estávamos preparados para lidar com as situações que nos eram apresentadas, dentre as quais aquelas referentes ao conhecimento dos conteúdos?

Hoje, após um certo distanciamento e reflexões mais aprofundadas, percebemos que muitos aspectos deixaram de ser contemplados por nós quando da escolha de conteúdos considerados necessários à formação matemática daqueles professores de atuação multidisciplinar nas séries iniciais do ensino fundamental. Essas reflexões advêm em grande parte dos estudos que realizamos no decorrer desta pesquisa, os quais nos possibilitaram um *olhar* mais ampliado para a questão do conhecimento do conteúdo escolar a ser ensinado como uma das vertentes que compõem o saber docente.

1.2 Delimitação do objeto de estudo

Ao decidirmos estudar a formação matemática inicial de professores de atuação multidisciplinar, focalizando o conhecimento do conteúdo como uma das vertentes do saber docente, elegemos o conhecimento "de e sobre" noções de Probabilidade como um dos componentes dessa formação. porque, dentre outros motivos,

- a) no Brasil é relativamente recente a proposta para a inclusão desse tópico da Matemática para estudo desde as séries iniciais do ensino fundamental;
- b) existem diferentes perspectivas quanto aos objetivos que se pretende alcançar com o estudo desse conteúdo matemático na escola;
- c) há indícios de que publicações de materiais acerca de estudos relativos a noções de Probabilidade têm sido bastante restrita no que tange à formação matemática inicial de professores de atuação multidisciplinar.

Em relação ao primeiro item, entendemos que a recente inclusão de estudos relativos a noções de Probabilidade, desde as séries iniciais, deixa em aberto a questão sobre possíveis conhecimentos que os professores deveriam saber acerca do ensino e aprendizagem desse conteúdo matemático. A formação matemática inicial dos professores de atuação multidisciplinar desempenha papel importante, na tentativa de promover condições para que os futuros professores desenvolvam conhecimentos acerca desse tópico matemático. Seria uma forma de articulação entre esses dois níveis de ensino, Curso Normal Superior e séries iniciais do ensino fundamental.

Quanto ao segundo item, encontramos, na literatura da área, diferentes perspectivas quanto a objetivos a serem alcançados com a inclusão desse tópico da Matemática no currículo escolar, dentre as quais o desenvolvimento de um tipo de raciocínio não determinístico. Consideramos importante trazer ao primeiro plano essa questão por entendermos que, ao lidar com determinado conteúdo, o professor deveria conhecê-lo sob variados ângulos, a fim de poder fazer suas escolhas quanto aos encaminhamentos a serem dados ao mesmo.

No tocante ao terceiro item, os indícios de que havia poucas publicações sobre esse assunto, no que tange à formação de professores de atuação multidisciplinar, levaram-nos a focalizar estudos relativos a noções de Probabilidade como forma de contribuir, de alguma maneira, com informações que possibilitem aprofundar conhecimentos sobre esse tópico da Matemática com vistas ao seu ensino.

Tomando como referência esses indicativos e “conscientes de ser uma utopia propor modos de formar o professor, mas conscientes também de que é preciso manter o debate, pois é sua chama que nos move” (Bicudo, 2003, p.15),

consideramos que os cursos de formação de professores de atuação multidisciplinar haveriam de propiciar condições para que os futuros professores desenvolvessem competências e habilidades a fim de que pudessem desempenhar suas atividades profissionais, tendo uma formação matemática que possibilitasse a compreensão de conteúdos que estivessem articulados com aqueles que são propostos para as séries que irão atuar, constituindo-se numa base sólida e flexível para suas escolhas curriculares.

Na tentativa de contribuirmos para o debate acerca dessa temática, propusemos a realização do presente estudo que foi norteado pela seguinte questão: **Que conhecimentos referentes à Noções de Probabilidade deveriam ser ensinados em uma disciplina de Matemática para formação de professores de atuação multidisciplinar nas séries iniciais, com vistas a uma formação para o ensino desse conteúdo?**

Trata-se de um trabalho que, focalizando conhecimentos sobre um tópico específico da Matemática, almeja possibilitar um cenário acerca da questão que gira em torno da formação matemática de professores e dos conhecimentos que esses profissionais deveriam ter acerca dos conteúdos que são objetos de sua prática docente. Nessa perspectiva, estabelecemos os seguintes objetivos com vistas a aproximações que, em certa medida, possam responder a essa questão:

1.3 Objetivos

- Investigar pesquisas que abordam a formação matemática de professores que atuam na educação básica, identificando indicativos para a formação inicial de professores de atuação multidisciplinar nas séries iniciais do ensino fundamental;

- Investigar estudos acerca do conhecimento que os professores deveriam ter dos conteúdos que irão ensinar, identificando proposições sobre o conhecimento de conteúdos matemáticos que são indicados para a formação de professores de atuação multidisciplinar nas séries iniciais do ensino fundamental;
- Investigar estudos relativos a noções de Probabilidade com vistas à formação matemática de professores de atuação multidisciplinar nas séries iniciais do ensino fundamental.

1.4. Procedimentos metodológicos

Ao ingressarmos no curso de mestrado, gostaríamos de abordar a temática da formação matemática de professores de atuação multidisciplinar, devido a nossa condição de formador num curso normal superior. Seria uma forma de investigar aspectos de nossa prática docente. Mas, como a maioria dos pesquisadores iniciantes, queríamos enveredar por questões sem termos um conhecimento mais aprofundado das mesmas. O primeiro procedimento adotado, ainda no primeiro semestre de 2003, com vistas à ampliação de nosso conhecimento, foi a leitura e fichamento de obras que versam sobre a temática da formação de professores. Lemos e fichamos obras de Marcelo Garcia (1999); Zeichner (1993); Perrenoud (1997); Nóvoa (1995, 2002); Vieira (2002); Amaral (2002); Nunes (2002), entre outros. Esses autores nos possibilitaram um panorama mais ampliado acerca da temática da formação de professores.

Concomitantemente às leituras e fichamentos de obras sobre a formação docente, consultamos documentos oficiais – diretrizes e parâmetros curriculares –

que tratam da formação de professores das séries iniciais do ensino fundamental. Estudamos, também nesse período, obras sobre a formação de professores que ensinam Matemática: Bicudo (1999); D'Ambrósio (1986, 1997, 1999); Fiorentini (2003a); Curi (2003); Pires (2000); Poletini (1999).

Além das leituras dos livros, buscamos informações em artigos de revistas especializadas na área de educação matemática (SBEM, BOLEMA, QUADRANTE, por exemplo); consultamos sites na internet (NCTM, APM, entre outros); lemos artigos publicados em anais de congressos de educação matemática; assim como lemos diversos relatórios de dissertações de mestrado e teses de doutorado que focalizavam temas relativos à Formação de Professores.

No final do primeiro semestre de 2003, circunscrevemos o conteúdo matemático que iríamos abordar na formação matemática dos professores das séries iniciais do ensino fundamental: o tratamento matemático de noções de acaso e incerteza que integra o bloco de conteúdos Tratamento da Informação. Decidimos focalizar esse bloco de conteúdos porque só nas últimas décadas ele foi proposto para o ensino, desde as séries iniciais. Consultamos obras que abordam o ensino de Probabilidade e Estatística nessas séries. Dentre os autores consultados, estudamos obras de: Lopes (1998, 2003); Borralho (1993); Loureiro et al (2000); Ponte e Fonseca (2000, 2001).

Em 2004, lemos obras de autores que discorrem acerca do conhecimento dos conteúdos de um modo geral, assim como aqueles que discutem essa questão no âmbito da educação matemática. Fichamos obras de Shulman (1986 e 1987); Deborah Ball (2001); Curi (2004); Gaio & Duarte (2004); Serrazina (2002) e Veloso (2004).

A partir desse referencial, tínhamos a intenção de analisar propostas curriculares para o ensino de Matemática em dois cursos de nível superior voltados à formação de professores de atuação multidisciplinar, a fim de verificar se, e em que medida, conteúdos relativos a noções de Probabilidade e Estatística estavam sendo contemplados. Entretanto, após o exame de qualificação – que ocorreu em 17 de dezembro de 2004 – redirecionamos nosso objeto de estudo. Decidimos circunscrevê-lo à formação matemática de professores de atuação multidisciplinar, focalizando noções de Probabilidade como um dos componentes dessa formação.

Com a delimitação do tema, buscamos autores que se debruçam sobre a temática da formação de professores que ensinam Matemática e da questão do conhecimento do conteúdo como uma das vertentes primordiais nessa formação. Elegemos autores portugueses pela facilidade de acesso. De acordo com Eco (1977), ao se elaborar uma tese, o pesquisador deve levar em conta a acessibilidade das fontes a serem consultadas.

De posse do referencial que nos possibilitou aproximações com vistas a responder a questão que colocamos como norteadora do presente estudo, organizamos este trabalho em quatro partes. A primeira, diz respeito à problemática da formação de professores que ensinam Matemática, na qual identificamos posicionamentos de teóricos a respeito dessa questão, mostrando resultados de pesquisas e proposições acerca do que deveria ser observado na formação inicial de professores de atuação multidisciplinar nas séries iniciais do ensino fundamental.

Na segunda parte, abordamos a questão dos conteúdos, ressaltando o conhecimento do conteúdo como uma das vertentes que compõem o saber docente; o conhecimento matemático do professor e, em particular, dos de atuação multidisciplinar, trazendo à reflexão a questão do conhecimento de conteúdos para a

formação matemática desses professores, a partir de proposições de documentos oficiais brasileiros e de manifestações de teóricos da educação matemática.

Na terceira parte, abordamos proposições acerca de conhecimentos sobre Probabilidade na matemática escolar, procurando Identificar objetivos que se pretende alcançar com a inclusão de noções de Probabilidade no currículo escolar, especificamente nas séries iniciais do ensino fundamental.

Na quarta parte, trazemos indicativos que apontam para o ensino de Probabilidade, mostrando perspectivas sobre lugares e papéis desse conteúdo na Ciência Matemática; ilustramos modelos matemáticos para o cálculo de probabilidade e definições mais utilizadas.

Finalizamos o estudo com algumas considerações que julgamos pertinente à reflexão por parte dos formadores e das instituições responsáveis nas escolhas curriculares que dizem respeito à formação matemática de professores de atuação multidisciplinar.

2 FORMAÇÃO MATEMÁTICA INICIAL DE PROFESSORES QUE ENSINAM MATEMÁTICA

Na tentativa de identificarmos posicionamentos de autores acerca da preparação matemática dos professores de atuação multidisciplinar nas séries iniciais do Ensino Fundamental, consideramos pertinente trazer à reflexão aspectos da formação dos *professores que ensinam Matemática*, em que a tônica é colocada no conhecimento que os professores e futuros professores deveriam ter dos conteúdos que irão ensinar, a fim de melhor situar o cenário dessa problemática.

Descrevemos resultados de pesquisas que versam sobre essa temática, ressaltando proposições teóricas a respeito de questões que deveriam ser consideradas na formação inicial de professores que ensinam Matemática. Buscamos fazer uma abordagem, estabelecendo – na medida do possível – relações com contextos mais amplos da temática educacional por entendermos que a preparação matemática de professores não está dissociada de questões mais abrangentes. Pelo contrário, concebemos que essa problemática encontra-se na trama de diversos fatores, demandando estudos sob variados ângulos, olhares e perspectivas.

Neste estudo, utilizaremos o termo *Professores que ensinam Matemática* no mesmo sentido que é atribuído por Fiorentini (2003a), ou seja, para contemplar o professor da Educação Infantil e das séries iniciais do Ensino Fundamental que, embora não se autodenomine professor de Matemática, também ensina Matemática, requerendo para isso uma formação. Quando nos referirmos exclusivamente aos professores das séries iniciais, usaremos o termo *professor de atuação multidisciplinar*.

2.1 Apontando problemas, levantando questões

No artigo *O drama do ensino da matemática*, publicado no jornal *A Folha de São Paulo*, em 25 de março de 2003, Suely Druck, então presidente da Sociedade Brasileira de Matemática, manifestou-se sobre a qualidade do ensino da Matemática no Brasil, tendo como referência o baixo desempenho matemático de alunos brasileiros nas avaliações do Exame Nacional de Cursos (Provão), nas do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e nas do *Program for International Student Assessment (PISA)*.

Ela afirma que resultados tão desastrosos mostram muito mais do que a má formação acadêmica de uma geração de professores e estudantes. Em seu entendimento, esses resultados evidenciam o pouco valor dado ao conhecimento matemático e a ignorância em que se encontra a esmagadora maioria da população no que tange à Matemática. Segundo essa autora, diante dessa situação, freqüentemente aponta-se para a falta de boa didática por parte dos professores. Entretanto, pouco se menciona que o conhecimento do conteúdo a ser transmitido precede qualquer discurso acerca da metodologia de seu ensino.

Suely Druck considera que a maioria dos professores de Matemática não tem conhecimento do conteúdo matemático que ensina, afirmando que, nos últimos 30 anos, implementou-se no Brasil a política da supervalorização de métodos pedagógicos em detrimento do conteúdo matemático na formação dos professores. Em seu entendimento, comprova-se, agora, os efeitos danosos dessa política sobre boa parte dos professores de Matemática.

Evidentemente que uma manifestação desse tipo, vindo de uma pessoa que ocupa um lugar de destaque – como é o caso da presidência da Sociedade

Brasileira de Matemática –, provocou reações diversas, principalmente, por parte de educadores matemáticos. Mas, não obstante a polêmica causada pelo artigo de Suely Druck, o que fica evidenciado em seu pronunciamento é a questão da preparação matemática de professores que ensinam essa disciplina a qual vem sendo apontada como merecedora de estudos no âmbito da educação matemática em diversos países. Existem indicativos de que essa questão deveria ganhar mais espaço nos encontros sobre formação de professores que ensinam Matemática.

Ao focalizarmos essa questão da preparação matemática de professores, temos consciência de que a mesma encontra-se inserida num contexto muito mais amplo que é o da formação de professores de um modo geral que, por sua vez, é considerada uma questão em aberto no campo da educação. Bicudo (2003), ao se referir à *formação de professor*, entende que este tema é antropológicamente relevante, pois aponta para características do modo de ser do ser humano, além de ser importante do ponto de vista epistemológico, ético, econômico, social e histórico. Ela ressalta esses aspectos, justificando-os da seguinte forma:

Epistemológico por se tratar, necessariamente, de assuntos concernentes ao conhecimento, quer seja do ponto de vista da sua construção, quer seja daquele da sua produção no âmbito do pedagógico, envolvendo tanto o ensino quanto a aprendizagem.

Ético ao ter como fim a educação de outros, o que envolve aspectos da escolha pelos outros e respectiva responsabilidades, bem como aspectos relativos à interferência na história da sociedade em que o trabalho educador é realizado.

Social e histórico na medida em que da formação do professor fazem parte constitutiva a estrutura e o funcionamento da sociedade e toda história que, por meio da tradição, carrega o etos de um povo, seus anseios e valores.

Econômico pois, em uma visão mais pragmática, a qualidade da formação do professor reflete na formação do cidadão socialmente ativo no âmbito do mundo político e do trabalho (BICUDO, 2003, p.10-11).

Nessa perspectiva, a temática da formação de professores ganha um alto grau de importância. No entanto, mesmo que esse tema tenha passado a ser dominante tanto em encontros e congressos educacionais quanto em publicações de artigos e livros, Fiorentini (2003b, p. 9) afirma que muito do que se diz e escreve sobre formação de professores tem pouca sustentação investigativa e teórica. Ele chama atenção para a necessidade da efetivação de discursos autênticos, entendendo-os como aqueles que não dissociam teoria e prática.

Na visão desse autor, atualmente fala-se em professor reflexivo, professor como agente transformador de sua prática docente, entre outros, mas percebe-se que ainda há pouca clareza sobre esses termos. Em seu entendimento, a formação de professores continua se baseando num racionalismo técnico que cinde teoria e prática. Entretanto, ele chama atenção para possíveis papéis que o professor pode assumir ao se colocar como contraponto de regras e valores estabelecidos pela sociedade na qual a escola está inserida.

Em meio a discussões, proposições e indicativos sobre a temática da formação de professores, antigas questões retornam com novas roupagens, como é o caso do conhecimento dos conteúdos que parece tomar seu lugar nesse cenário. No âmbito da educação matemática, diversos autores (PONTE, 2004; VELOSO, 2004; CURI, 2004, por exemplo) afirmam que quando a temática da formação de professores é colocada em pauta para discussão, a questão que diz respeito ao conhecimento dos conteúdos a serem ensinados parece que ainda não tem merecido a devida atenção por parte de investigadores.

Em Portugal, por exemplo, Ponte (2004, p. 71) afirma que a formação matemática dos professores e dos candidatos a professores é uma questão que, apesar da sua grande importância, tem sido pouco discutida na comunidade de

educação matemática daquele país. Segundo esse autor, não faltam testemunhos e reflexões que sugere a existência de fortes problemas neste campo, mas é um tema pouco presente nos encontros, sendo igualmente escassos os trabalhos de investigação que lhe dão uma atenção significativa. Em seu entendimento, pode-se dizer que se trata de uma questão que tem sido pouco “popular”, mas que valerá a pena trazê-la para o primeiro plano.

O entendimento de Ponte é compartilhado por Veloso (2004, p. 31) quando afirma que nas últimas décadas foram desenvolvidos múltiplos esforços no seio da comunidade portuguesa da educação matemática para melhorar o ensino da Matemática nos diversos níveis escolares. Segundo esse autor, um amplo debate tem identificado diversos fatores que condicionam essa melhoria, tais como:

- a) condições de trabalho dos alunos e dos professores nas escolas;
- b) qualidade dos programas.

Todavia, Veloso (2004) reconhece que quando o tema sobre formação docente é colocado em discussão naquele país, existe a tendência de se focalizar mais a formação contínua, ressaltando-se o caráter didático-pedagógico, do que a formação matemática inicial dos professores.

Esse autor julga que essa situação se deve ao fato de que, nas últimas décadas, muito se aprendeu sobre o modo como se aprende matemática e, também, pelos recursos novos que são disponibilizados para os professores, sobretudo os tecnológicos, o que demanda esforços de atualização permanente em relação às metodologias e que deve continuar existindo.

Entretanto, na concepção de Veloso, sem termos um conhecimento profundo da matemática fundamental que deve ser objeto da experiência dos nossos alunos, de nada nos serve a didática. Segundo esse autor, tudo leva a crer que a

formação matemática dos futuros professores não proporciona esse conhecimento profundo nem prepara os professores para o adquirirem ao longo de sua vida profissional (VELOSO, 2004, p. 31-32).

Veloso (2004) analisou algumas investigações sobre formação de professores realizadas nos EUA. Selecionou estudos de autoria de Tommy J. Brian, Deborah Ball e Liping Ma, que são pesquisadores que têm se dedicado à temática do conhecimento matemático escolar de professores e futuros professores que ensinam essa disciplina. Consideramos pertinente ressaltá-las nesta parte do nosso trabalho porque nos possibilitam uma noção da dimensão dessa problemática. Mas, o que revelam os resultados dessas pesquisas?

2.2 Resultados de algumas pesquisas

No caso do estudo realizado por Tommy J. Brian, citado por Veloso (2004), o objetivo foi avaliar o *conhecimento matemático*¹ de nove estudantes do curso de licenciatura em Matemática, numa universidade americana. Os alunos que participaram da pesquisa já haviam cursado a metade das disciplinas específicas do curso, não tendo ainda feito as disciplinas da área pedagógica. Essa avaliação do conhecimento matemático recaiu sobre as justificativas que esses alunos deram, por meio de explicação, dos procedimentos matemáticos utilizados na resolução de determinadas questões.

O pesquisador americano propôs, nas entrevistas com esses futuros professores, questões relativas a tópicos da matemática que são considerados “correntes” no ensino secundário, dentre elas:

¹ Conhecimento matemático foi a tradução que Veloso (2004) deu para *Conceptual Knowledge*.

1. **Expoentes:** significado do expoente zero, dos expoentes negativos, dos racionais e irracionais. Por exemplo: $2^0 = 1$; $2^{-3} = \frac{1}{2^3}$; $2^{1/2} = \sqrt{2}$
2. **Divisão e frações:** divisão por uma fração, multiplicação por uma fração. Por exemplo: $(a/b) : (c/d) = (a/b).(d/c)$; $(a/b).(c/d) = (ac/bd)$.
3. **Operações com inteiros:** subtração de um inteiro negativo, produto de inteiros. Por exemplo: $2 - (-3) = 5$; $2.(-3) = -6$; $(-2).(-3) = -6$

Como o objetivo das entrevistas era avaliar o conhecimento matemático dos participantes relativamente a estes tópicos, o autor não levou em consideração, nas entrevistas, pequenos erros nos procedimentos, passando logo à abordagem do conhecimento matemático (VELOSO, 2004, p. 33-34).

O que o autor observou em relação às questões foi que a maioria dos alunos acertou na parte dos procedimentos, mas, quanto às justificativas para tais procedimentos houve um desempenho muito baixo. Veloso (2004, p. 34) destaca,

como a passagem da execução correta de um destes cálculos para a sua justificação, mesmo em questões tão correntes da matemática elementar, é um passo muito difícil para estes estudantes que serão professores dentro de um ou dois anos.

No entendimento desse autor, mesmo tendo os participantes da pesquisa já feito matérias de cálculo, ainda persistiam as mesmas confusões e obstáculos de compreensão encontrados nos alunos do secundário.

Quanto ao estudo de Deborah Ball, Veloso (2004) revela que o mesmo se constituiu de entrevistas com 19 estudantes, futuros professores dos ensinos básico e secundário de Matemática, no momento em que iam iniciar o primeiro curso educacional. O objetivo da investigação de Ball era o de “aprender o que os futuros professores sabiam, acreditavam, pensavam e sentiam sobre matemática, sobre o

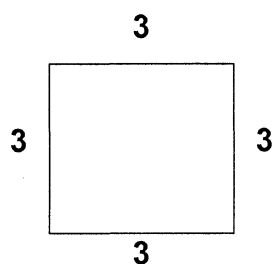
seu ensino e aprendizagem, e sobre os alunos como aprendizes de matemática” (VELOSO, 2004, p. 36).

De acordo com Veloso (idem), o estudo de Deborah Ball pautou-se na *pedagogia matemática* em que se privilegia não apenas a substância da matemática mas a sua natureza e epistemologia. Ele cita uma afirmação de Ball:

tão central como a compreensão dos conceitos matemáticos e dos procedimentos são a compreensão do que significa fazer matemática, a capacidade de validar as próprias respostas, a apreciação e relevância da matemática para além da utilidade quotidiana corrente (BALL apud VELOSO, 2004, p. 36).

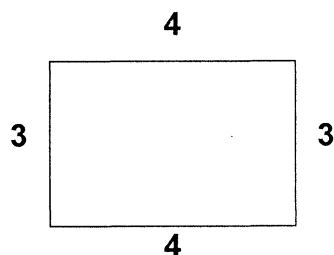
Uma das questões propostas pela pesquisadora americana, descrita por Veloso (2004), diz respeito ao conteúdo sobre *Perímetro e Área* e consistia da seguinte situação:

Imagine que uma de suas alunas entre na aula muito entusiasmada e diga que tem um teorema que nunca tinha sido apresentado na aula. Explica que quando o perímetro de uma figura aumenta, a área também aumenta. Ilustra essa figura para mostrar que o que está dizendo é verdade:



Perímetro = 12 cm

Área = 9 cm²



Perímetro = 14 cm

Área = 12 cm²

A pesquisadora queria saber como os entrevistados responderiam a essa aluna. Ela queria identificar que conhecimentos esses futuros professores tinham acerca "de e sobre" matemática. Para Ball, o **conhecimento da Matemática (conhecimento de)** para ser ensinada envolve o conhecimento de conceitos, proposições e procedimentos matemáticos, o conhecimento da estrutura da Matemática e de relações entre temas matemáticos. Ball (1991) aponta a importância de o professor saber **sobre a Matemática (conhecimento sobre)**: a natureza da Matemática, sua organização interna, compreender os princípios subjacentes aos procedimentos matemáticos e os significados em que se baseiam esses procedimentos, os conhecimentos do fazer matemática, incluindo a resolução de problemas e o discurso matemático (CURI, 2004).

A autora considera que a questão apresentada tinha duas dimensões a serem analisadas:

- os conceitos de perímetro e área e a sua relação;
- o conhecimento matemático e a justificação desse conhecimento.

Na situação apresentada, a aluna "descobriu um teorema" e mostra uma figura como "demonstração". No dizer de Deborah Ball, um exemplo não prova a verdade de uma generalização. A aluna apenas ilustra e não prova sua afirmação. A sua afirmação é uma conjectura, não um teorema (BALL apud VELOSO, 2004, p. 38).

A intenção da pesquisadora era saber, por meio das respostas dos entrevistados, se os mesmos dariam atenção a essa dimensão da questão (o conhecimento matemático e a justificação desse conhecimento).

Ball destaca que na sua grande maioria, as respostas que os 19 futuros professores de matemática deram não contemplaram tal dimensão. Alguns acharam

totalmente pertinente a questão, convencidos de que a mesma estava correta. Outros consideraram que a questão seria correta em certos casos. Segundo a autora, mais da metade dos entrevistados se interessaram apenas pela substância da afirmação da aluna e responderam em termos do que eles sabiam sobre perímetro e área e das relações entre essas duas medidas, não fazendo comentários sobre o modo como a aluna chegou à sua conclusão e preocupando-se apenas em dizer se a aluna estava certa ou errada.

Deborah Ball constatou que apenas 4, dos 19 entrevistados, falaram explicitamente em demonstração, afirmando que “discutiriam com a aluna especificamente” essa questão. Ela constatou, também, que quase metade dos futuros professores julgavam que o perímetro e a área estavam diretamente relacionados. Dos 19 entrevistados, apenas 3 perceberam que a afirmação da aluna era errada; para a maior parte desses futuros professores, a base para justificar ou refutar a afirmação da aluna residia no fundo da sua memória, no seu conhecimento acumulado de matemática (BALL apud VELOSO, 2004, p. 39)

De acordo com Veloso (2004), a exploração e análise das respostas dos entrevistados fizeram com que Deborah Ball levantasse objeções acerca de três “pressupostos comuns” sobre a preparação matemática de futuros professores. Ela se opõe à idéia de que:

- a) o conteúdo tradicional da matemática escolar é simples;
- b) as aulas de matemática dos ensinos básico e secundário podem servir como preparação matemática dos futuros professores;
- c) estudos universitários de matemática asseguram um conhecimento matemático para o ensino.

Essa autora conclui que, em relação ao conhecimento sobre a matemática, os entrevistados:

- não tinham perspectiva da matemática como disciplina científica;
- pensavam a matemática como conjunto de regras e procedimentos mais ou menos interligados;
- não refletiram sobre a natureza da matemática;
- na sua maioria, não concebiam a matemática como um domínio onde pode existir argumentação e interpretações alternativas.

Em relação ao conhecimento matemático, a autora conclui que:

- existe diferença na natureza do conhecimento matemático dos entrevistados;
- poucos foram capazes de articular explicitamente significados e princípios subjacentes aos tópicos tratados;
- a maioria dos entrevistados mostrou insegurança com respostas freqüentemente incorretas;
- o conhecimento dos entrevistados era fragmentado, desconexo.

Quanto a atitude perante à Matemática, Deborah Ball observou grandes diferenças entre os 19 futuros professores. Alguns se mostravam muito ansiosos face a esse conhecimento, outros aceitavam o fato de não se sentirem à vontade com o mesmo. Outros, ainda, mostravam-se confiantes nos seus conhecimentos de matemática, não dando conta do seu conhecimento fragmentado e mesmo incorreto. Apenas 3 futuros professores se mostravam entusiásticos acerca da matemática (BALL apud VELOSO, 2004, p. 42).

Já a investigação de Liping Ma, também citada por Veloso (2004), teve como objetivo identificar os conhecimentos matemáticos de professores americanos

e chineses. Foi um trabalho que, segundo Alan Schoenfeld (apud VELOSO, 2004, p. 42), teve grande aceitação tanto por parte de matemáticos quanto de educadores matemáticos. A pesquisadora coloca a questão do conhecimento matemático como fator decisivo, ao mesmo tempo em que oferece valiosas idéias acerca das questões do conteúdo matemático e da preparação e desenvolvimento profissional dos professores, o que vem ao encontro daqueles que valorizam uma visão profunda e conexa do pensamento matemático.

De acordo com Veloso (2004, p. 43), o estudo de Liping Ma segue a linha dos trabalhos de Deborah Ball e de outros investigadores americanos. Entretanto, no entendimento desse autor, o trabalho dessa pesquisadora se diferencia dos demais porque seu objetivo não está apenas em comparar o número de disciplinas cursadas por professores americanos e chineses, mas sim em identificar o conhecimento matemático que esses professores têm acerca de tópicos da matemática elementar que devem ensinar aos seus alunos.

Nesse estudo foram entrevistados 95 professores de matemática, sendo 23 americanos e 72 chineses. Das 4 questões utilizadas pela pesquisadora, 3 se referiam aos seguintes tópicos:

- 1) subtração com reagrupamento;
- 2) valor posicional de algarismos num procedimento de multiplicação envolvendo “números grandes”;
- 3) divisão de frações.

Na **primeira questão**, referente à subtração com reagrupamento, a autora pretendia saber:

- a) como os professores abordariam esse assunto se tivessem de ensiná-lo a alunos do 2º ano;

- b) o que esses professores considerariam que seus alunos teriam que aprender ou saber fazer antes de começarem a aprender referido assunto.

A questão que a pesquisadora propôs foi a seguinte:

$$\begin{array}{r} 52 \\ - 25 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 91 \\ - 79 \\ \hline \end{array}$$

Na **segunda questão**, envolvendo multiplicação com “números grandes”, a autora mostra uma situação que é freqüentemente encontrada em sala de aula. No dizer de Liping Ma (apud VELOSO, 2004), geralmente os alunos parecem esquecer de “mover os produtos parciais” para a esquerda em cada linha. Ela ilustra essa situação da seguinte maneira:

$$\begin{array}{r} 123 \\ \times 645 \\ \hline 615 \\ 492 \\ \underline{738} \\ 1845 \end{array}$$

A intenção da pesquisadora era saber como os professores reagiriam se percebessem que a maioria dos seus alunos estavam encaminhando as resoluções dessa forma.

Na **terceira questão**, a autora afirma que existem diferentes abordagens na resolução de problemas que envolvem divisão com frações. Pretendia saber dos entrevistados como eles resolveriam uma questão do seguinte tipo:

$$1 \frac{3}{4} : \frac{1}{2} =$$

Nessa questão, a autora chama a atenção dos entrevistados, dizendo-se que muitos professores, ao lidarem com divisões de frações, tentam relacionar a matemática com situações que tornem o conteúdo significativo para os alunos, criando-se, então, uma espécie de história-problema. O objetivo da pesquisadora era saber o que os professores entrevistados consideravam como uma boa história-problema ou modelo para a divisão indicada.

Os resultados dos estudos de Liping Ma, citados por Veloso (2004, p. 44-45), revelaram, que:

- apesar da sua preparação muito menos longa, os professores chineses responderam às questões, de um modo geral, como se espera que um professor de matemática o faça, ao passo que os professores americanos revelaram deficiências preocupantes;
- no que diz respeito às duas primeiras questões, embora ambos os grupos fizessem e descrevessem os cálculos a fazer corretamente, apenas 20% (na primeira) e 40% (na segunda) dos professores americanos conseguiram explicar a origem e a razão dos procedimentos adotados, contra cerca de 90% dos professores chineses (em ambas as respostas);
- na terceira questão, a diferença entre os dois grupos estendeu-se à capacidade de fazer corretamente a operação (menos da metade nos professores americanos e a totalidade nos chineses), e apenas um professor americano conseguiu inventar uma história relativamente aceitável de que a operação pudesse ser modelo contra mais de 90% dos professores chineses (que em alguns casos até sugeriram múltiplos problemas, ilustrando diversas interpretações da divisão)

Liping Ma concluiu que o sucesso nos cursos de formação inicial em matemática dos futuros professores não implica numa profunda compreensão da matemática elementar que vão ensinar. De acordo com Veloso, essa pesquisadora se alinha à objeção feita por Deborah Ball no que diz respeito ao pressuposto de que “estudos universitários de matemática asseguram um conhecimento matemático para o ensino” (VELOSO, 2004, p. 43).

Do nosso ponto de vista, mesmo que essas investigações realizadas nos Estados Unidos da América constituam-se em casos particulares, uma vez que o número de participantes é limitado e os resultados desses estudos digam respeito ao conhecimento matemático de professores e futuros professores de um determinado contexto social, tais resultados evidenciam a questão da preparação matemática que é considerada problemática por alguns pesquisadores. Em nosso entendimento, essa questão não se distancia da realidade de outros países, como é o caso do Brasil.

O que se percebe nas investigações americanas, são questões acerca de tópicos matemáticos aparentemente simples quanto aos procedimentos utilizados para suas resoluções, mas que revelaram que muitos dos professores e futuros professores de Matemática não compreendem aqueles assuntos sobre outras abordagens e perspectivas. Ao que parece, existe apenas o conhecimento de um aspecto do conteúdo matemático: aquele que diz respeito ao tratamento das representações simbólicas que constituem os algoritmos. Aspecto esse que tem sido predominante na apresentação da matemática escolar.

2.3 A situação dos professores de atuação multidisciplinar

No entendimento de diversos autores, a questão da formação matemática torna-se ainda mais problemática quando se trata da formação de professores das séries iniciais, por considerar-se que esses professores não precisariam ter conhecimentos matemáticos profundos dos conteúdos. Em Portugal, por exemplo, Gaio e Duarte (2004, p. 131) afirmam que a formação matemática dos professores para esse nível de escolaridade parece ter sido negligenciada por muito tempo pela comunidade científica daquele país. Elas acreditam que a manutenção dessa situação se deveu, entre outros motivos, à concepção de que os professores das séries iniciais não precisavam de uma preparação matemática mais consistente porque não eram especialistas nessa área e que a Matemática elementar era simples e, por conseguinte, fácil de ser ensinada.

No Brasil, a situação não tem sido muito diferente. Estudos de Curi (2004) que envolvem a formação matemática de professores polivalentes², concluem que o conhecimento 'de e sobre' Matemática é muito pouco enfatizado nos cursos de formação de professores polivalentes, mesmo no que se refere aos conteúdos previstos para serem ensinados aos alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental. Ela entende que:

consequentemente, é possível considerar que os futuros professores concluem cursos de formação sem conhecimentos de conteúdos matemáticos com os quais irão trabalhar, tanto no que concerne a conceitos quanto a procedimentos, como também da própria linguagem matemática que utilizarão em sua prática docente. Em outras palavras, parece haver uma concepção dominante de que o professor polivalente não precisa 'saber Matemática' e que basta saber como ensiná-la (CURI, 2004, p. 76-77).

² Professores de atuação multidisciplinar na Educação Infantil e nas séries iniciais do Ensino Fundamental.

Essa autora chegou a essas conclusões após ter estudado documentos elaborados por órgãos normativos e instituições formadoras ao longo do tempo, bem como o exame de alguns materiais didáticos utilizados por instituições formadoras, além da análise de grades curriculares e ementas de cursos de formação de professores de atuação multidisciplinar. Em seu estudo, ela tomou como referência as três vertentes necessárias ao saber docente que foram propostas por Lee Shulman (1986, 1987):

- a) o conhecimento do conteúdo;
- b) o conhecimento pedagógico do conteúdo;
- c) o conhecimento do currículo.

Curi (2004) chama atenção para o fato de que, ao longo do tempo, a produção de livros e materiais didáticos destinados à formação matemática dos professores das séries iniciais do ensino fundamental tem sido bastante restrita. Ela afirma que é muito recente a publicação de alguns materiais com essa finalidade, em especial daqueles que buscam divulgar pesquisas na área de Educação Matemática.

Em nossa experiência docente na formação de professores de atuação multidisciplinar, temos percebido que muitos desses futuros professores não conseguem explicitar conhecimentos a respeito de assuntos matemáticos com os quais já tiveram contatos em suas trajetórias discentes. Em nossa concepção, essa situação vem ao encontro da objeção que Deborah Ball faz em relação ao pressuposto de que “as aulas de matemática dos ensinos básico e secundário podem servir como preparação matemática dos futuros professores”.

No início das aulas de Fundamentos de Matemática, no curso normal superior em que atuamos, costumávamos apresentar aos futuros professores –

numa espécie de teste de sondagem – algumas questões de conteúdo matemático dos currículos da escola básica para saber qual o entendimento que eles tinham. Evidentemente que não possuíamos as informações que agora julgamos conhecer, mas era uma forma de identificar que conhecimentos os futuros professores expressavam acerca de conteúdos que seriam abordados em sua formação e que eram propostos no currículo daquela instituição universitária.

Essas questões recaíam sobre os seguintes tópicos:

- a) noções de sistemas numéricos e operações;
- b) noções de geometria; e
- c) noções de Álgebra.

Os resultados desses testes de sondagem eram, geralmente, insatisfatórios. Existia uma grande dificuldade em relação a conceitos, idéias e definições daquilo que, em nosso entendimento, seria básico para pessoas que já haviam lidado com esse tipo de assunto matemático. Muitos dos futuros professores alegavam que não se lembravam daqueles conteúdos; que não estavam preparados para fazer teste no primeiro dia; que estavam há muito tempo sem estudar aqueles assuntos, entre outras justificativas. Todavia, eles reconheciam a importância de estudar matemática nesse momento de sua formação e as possíveis implicações que esse conhecimento poderia ter no encaminhamento de suas práticas docentes.

Esses contatos iniciais nos revelaram dois aspectos diferenciados em relação ao conhecimento matemático escolar: por um lado, a necessidade e a importância de estudar Matemática, apontada pelos futuros professores; por outro lado, um desempenho baixíssimo dos mesmos em relação aos conteúdos matemáticos propostos pelo currículo daquela instituição universitária, responsável por sua qualificação. Conteúdos esses, já estudados pelos professores durante sua

escolarização nos ensinos fundamental e médio e que, agora, seriam retomados em um nível de aprofundamento maior.

Em certa medida, esses resultados estão em consonância com o que é afirmado na apresentação dos Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática:

O ensino de Matemática costuma provocar duas sensações contraditórias, tanto por parte de quem ensina, como por parte de quem aprende: de um lado, a constatação de que se trata de uma área de conhecimento importante; de outro, a insatisfação diante dos resultados negativos obtidos com muita frequência em relação à sua aprendizagem (BRASIL, 1997, p.15).

De acordo com esse documento:

A constatação da sua importância apoia-se no fato de que a Matemática desempenha papel decisivo, pois permite resolver problemas da vida cotidiana, tem muitas aplicações no mundo do trabalho e funciona como instrumento essencial para a construção de conhecimentos em outras áreas curriculares. Do mesmo modo, interfere fortemente na formação de capacidades intelectuais, na estruturação do pensamento e na agilização do raciocínio dedutivo do aluno (BRASIL, 1997, p. 15).

Segundo os autores dos PCN:

A insatisfação revela que há problemas a serem enfrentados, tais como a necessidade de reverter um ensino centrado em procedimentos mecânicos, desprovidos de significados para o aluno. Há urgência em reformular objetivos, rever conteúdos e buscar metodologias compatíveis com a formação que hoje a sociedade reclama (idem).

Parece-nos, nesta perspectiva, que a temática da formação matemática de professores de atuação multidisciplinar deveria ocupar um lugar de destaque nas investigações no âmbito da educação matemática, pois

a matemática ensinada nos primeiros anos é fundamental, no sentido em que apesar de ser apresentada de um modo elementar, constitui os alicerces da futura aprendizagem matemática mais avançada e contém os rudimentos de muitos conceitos importantes, o que leva a que seja importante garantir que os professores deste nível de ensino tenham conhecimentos matemáticos sólidos e eficazes (LIPING MA apud GAIO & DUARTE, 2004).

2.4 Indicativos para uma formação inicial

Os resultados de pesquisas e estudos realizados nos EUA, Portugal e Brasil, além de mostrarem um panorama da preparação matemática de professores que atuam na educação básica, levaram-nos a investigar sobre aspectos que deveriam ser observados na formação inicial desses professores.

A temática da formação de professores e da desarticulação entre os conteúdos contemplados no nível universitário e no nível em que esses futuros professores irão atuar, assim como os encaminhamentos pedagógicos que devem ser dados aos conteúdos a serem ensinados, não se constitui em novidade do nosso momento histórico. De acordo com Veloso (2004, p. 58):

As idéias sobre educação são com freqüência recorrentes [...] se relermos ou lermos com atenção os numerosos e riquíssimos textos que Felix Klein e Henri Lebesgue escreveram sobre a preparação dos futuros professores de matemática, teremos a surpresa de encontrar dois matemáticos de indiscutível valor que não desdenharam usar a sua experiência e inteligência na abordagem de questões de pedagogia da matemática e concluiremos que a sua reflexão e conseqüentes propostas antecipam, em muitos pontos, o que parece estar agora a ser descoberto.

Isto serve para mostrar que essa questão é antiga, uma vez que Felix Klein já se pronunciava sobre essa temática em 1908, afirmando que:

[...] os universitários estavam preocupados exclusivamente com a sua ciência sem se pensar sequer um momento nas necessidades das escolas, sem mesmo se preocuparem em estabelecer ligações com a matemática escolar. Qual era o resultado desta prática? O jovem estudante universitário sentia-se logo de início, confrontado com problemas que não tinham qualquer relação, por pequena que fosse, com os temas que tinha tratado na escola. Naturalmente, esquecia estes rápida e completamente. Quando, depois de ter acabado o curso, se tornava um professor, percebia que se esperava que ele ensinasse a matemática tradicional à antiga maneira; e, como era incapaz, sem ajuda, de descobrir qualquer ligação entre esta tarefa e a sua matemática universitária, recaía rapidamente no modo habitual de ensinar, e dos seus estudos universitários restava apenas uma mais ou menos agradável memória, que não tinha qualquer influência no seu ensino (FELIX KLEIN apud VELOSO, 2004, p. 59).

É evidente que existem muitos fatores que deveriam ser considerados quando da formação matemática de futuros professores que ensinam Matemática, mas a falta de uma compreensão mais ampliada sobre essa temática, por parte dos formadores, faz com que esses fatores deixem de ser apreciados.

No caso dos professores de atuação multidisciplinar, estes são também denominados de generalistas (SERRAZINA, 2002) ou polivalentes (CURI, 2004) devido terem ao seu encargo o ensino de várias disciplinas. Essa característica, segundo Serrazina (2002), precisa ser levada em conta quando da escolha daquilo que é considerado essencial na formação matemática desses professores, uma vez que se espera deles, também, entre outros conhecimentos, um conhecimento profundo dos conteúdos das disciplinas que eles irão ensinar.

Ao assumirmos o papel de formador de professores de atuação multidisciplinar, num curso normal superior, vimo-nos diante da desarticulação dos conteúdos propostos para serem ensinados na faculdade e os que são apresentados nos currículos dos anos iniciais do Ensino Fundamental; da fraca preparação matemática que muitos desses futuros professores mostravam ao ingressarem no curso de formação; e do tempo reduzido que é destinado à formação matemática desses professores na instituição de ensino superior.

Esse cenário nos remeteu à questão do que seria necessário, em termos de conhecimentos matemáticos, para que esses futuros professores desempenhassem *bem* suas atividades com vistas a atender às demandas que são colocadas à escola, pela sociedade. No dizer de Serrazina (2002, p. 7),

a escola tem que responder a uma população escolar cada vez mais diversificada e proporcionar a todos, e a cada um dos seus alunos, uma formação matemática que contribua para que sejam cidadãos conscientes, críticos e responsáveis, capazes de enfrentar os desafios de uma sociedade cada vez mais tecnológica.

As indicações feitas por essa autora estão em consonância com os objetivos que se pretende alcançar com o conhecimento matemático no contexto escolar brasileiro, segundo constam nos documentos oficiais. Associada a essas recomendações, tem-se, atualmente, como proposta de política pública, em nível internacional, proporcionar mais e melhor Matemática para todos os alunos.

Espera-se que a escola promova condições para que os alunos desenvolvam conhecimentos para enfrentar o mundo contemporâneo, usando o que tem aprendido na escola e na vida na resolução de problemas reais, examinando sua capacidade para analisar, explicar seu raciocínio, e comunicar suas idéias matemáticas enquanto propõem, formulam, resolvem e interpretam problemas em uma variedade de situações (OECD, 2003, p. 24).

De acordo com Loureiro (2004, p. 89),

a problemática da formação matemática dos futuros professores do 1º ciclo e educadores da infância preocupa as comunidades de educação matemática e tem vindo a ganhar importância crescente, nomeadamente no quadro das novas orientações curriculares. Uma das idéias dominantes é a da necessidade de proporcionar aos futuros professores uma formação que os prepare para ensinar com compreensão de idéias e conceitos matemáticos e para o desenvolvimento do raciocínio e da comunicação.

Estarão os professores sendo qualificados para isso? A que Matemática os professores de atuação multidisciplinar nas séries iniciais estão tendo acesso?

Na concepção de Marcelo García (1999), ao se falar do currículo da formação inicial de professores, é necessário ter em conta qual modelo de escola, de ensino e de professor se aceita como válido.

Em nosso entendimento, mesmo que a escola não seja redentora de todos os problemas sociais, políticos, econômicos, culturais e tecnológicos, acreditamos que ela desempenha um papel capital para a difusão de conhecimentos que permitam a compreensão do nosso modo de ser e estar no mundo. A

matemática escolar também poderia se constituir num meio para isso. Tratar-se-ia de uma educação pela Matemática, em que os professores possibilitassem aos alunos condições para que mobilizassem conhecimentos construídos tanto dentro quanto fora da escola. Conhecimentos estes *fundamentais* para transitarem no seu tempo, compreendendo fatos e fenômenos que vivenciam e que lhes são apresentados.

Nessa concepção, o professor assumiria um papel de fundamental importância. De acordo com Bicudo (2003), a legislação brasileira, ao propor, em seu sistema educacional, os vários níveis de ensino - da educação infantil até o nível superior -, passa abranger faixas etárias que se expandem do primeiro ano de vida até quando o indivíduo se dispuser a freqüentar cursos cujos assuntos correspondam ao seu interesse. Nesta perspectiva, segundo essa autora,

o professor tem uma presença socialmente importante no decurso da vida das pessoas, na medida que seu modo de ser, sua compreensão de mundo, do humano, da vida se fazem presentes nas relações de ensino que estabelece no contexto de sua atividade profissional. Ele participa diretamente do *cultivo* de possibilidades que se anunciam na vida de cada um e que podem ou não virem a ser. Isso significa que possibilidades podem ser silenciadas, ao negar-se ou ao faltar-se com o cuidado devido para que sejam ou para que se realizem (BICUDO, 2003, p. 11).

Essa participação direta do professor no *cultivo* de possibilidades que se anunciam na vida de cada um e que podem ou não virem a ser, assim como o entendimento de que possibilidades podem ser silenciadas, ao negar-se ou ao faltar-se com o cuidado devido para que sejam ou para que se realizem, podem nos remeter a uma espécie de ressentimento quando percebemos que muitas informações, com vistas à construção do conhecimento matemático, deixaram de ser contempladas em nossa formação escolar, desde as séries iniciais.

Essas informações que deixam de ser dadas na escola contribuem para a negação de possibilidade de uma visão mais ampliada da cultura matemática. Mas,

o cultivo de possibilidades não depende única e exclusivamente da atuação do professor. Em nosso caso específico, a título de exemplificação, o contexto histórico e social teve forte influência em nosso encontro inicial com a Matemática. Este, ocorreu na década de 1970, logo após a implantação da reforma de ensino promovida pela lei 5692/71, em um contexto assim situado por Amaral (2002, p. 135):

Hoje, sabe-se que as políticas educacionais de então tinham por objetivo acolher na escola pública as crianças das classes operárias para que estas pudessem vir a compor o exército de trabalhadores necessários ao funcionamento das fábricas que começavam a formar o parque industrial em emergência no Brasil. Dessa forma, a escola pública passou a receber, então, uma outra clientela: crianças pobres, de periferia, cujos pais encaravam o seu ingresso no processo educacional como uma benesse, um privilégio; pais que não sabiam reivindicar a qualidade que a escola foi perdendo paulatinamente.

O contexto histórico e social descrito por essa autora nos remete à questão da complexidade na qual o sistema educacional está inserido e que influencia no cultivo de possibilidades, no silêncio e na negação das mesmas. A esse respeito, Bicudo (2003, p. 11-12) faz o seguinte esclarecimento:

Sabemos que as possibilidades de vida que se presentificam no *projeto* de ser dos humanos e do seu mundo, e aqui estamos pensando em questões da vida do planeta, não dependem, para sua realização, do cuidado do professor, tão somente. Isto seria uma visão ingênua, mesmo se ativéssemos-nos apenas ao círculo das possibilidades de vir-a-ser dos seus alunos, pois a vida é complexa e a educação de pessoas está no cerne dessa complexidade e dá-se ao estar-se-no-mundo. Isto significa dizer que as forças decorrentes da organização da sociedade, da realidade econômica e social, da vontade política que impera na sociedade em que esse professor trabalha, e também das forças geradas pela situação do próprio planeta, exercem poder sobre a efetivação de possibilidades.

No entanto, essa autora destaca a importância do trabalho do professor em um âmbito específico que é aquele em que sua atuação é solicitada pela sociedade. Em seu entendimento, “a posição que ocupa socialmente é relevante em

virtude da sua própria definição e do que define como específico ao papel correspondente” (BICUDO, 2002, p. 12).

Nessa concepção, entendemos que o conhecimento matemático – construído nas e pelas relações dos homens, num determinado contexto histórico e social, frente a situações-problema, e que está em permanente evolução – deveria assumir no contexto escolar a dimensão de disciplina que, juntamente com as demais disciplinas escolares, comporia uma base de conhecimentos necessários para que os alunos compreendessem aspectos da *realidade* de uma sociedade contemporânea em que a complexidade dos fenômenos que nos são apresentados demandam posicionamentos críticos nas tomadas de decisões, entre outras habilidades e competências.

A matemática é considerada um bem cultural e os conhecimentos desenvolvidos nessa ciência deveriam ser contemplados em todos os seus aspectos no contexto escolar. Pensar matematicamente tem sido apontado como essencial numa sociedade complexa que demanda diversas abordagens para soluções de problemas. No dizer de Serrazina (2002, p. 10),

ser-se matematicamente competente na realização de uma dada tarefa implica, não só ter conhecimentos necessários, como a capacidade de os identificar e mobilizar na situação concreta, mas ainda a disposição para fazê-lo efetivamente.

A escola haveria de possibilitar aos alunos condições para que eles tivessem uma literacia matemática que nos documentos que indicam as diretrizes para a prova de Matemática do PISA é definida como

uma capacidade individual de identificar e compreender o papel que a matemática desempenha no mundo, de fazer julgamentos bem fundamentados, de usar a matemática em necessidades individuais de modo a se tornar um cidadão construtivo, comprometido e reflexivo (OECD, 2003, p. 24).

Todavia, percebemos que a matemática escolar continua, geralmente, a ser apresentada em seu aspecto formal e, muitas vezes, desprovida de significados, não conseguindo despertar nos alunos nem o seu caráter utilitário, nem a estética de suas formulações e muito menos o espírito investigativo. Segundo Serrazina (2002, p. 7),

a escola tem ainda que contribuir para alterar a imagem social da matemática: uma disciplina rotulada como difícil e a que só alguns, muito poucos, têm acesso, que está em oposição com a idéia de que a Matemática deve ser para todos e que todos podem aprender Matemática.

Nessa perspectiva, a formação inicial do professor que ensina matemática assume um papel de fundamental importância quando se pretende alcançar esses objetivos. Serrazina (2002, p. 7-8) afirma que: “a formação de professores deve ser sólida e flexível para que possam lidar com a diversidade de forma consciente e criar as condições para que todos os seus alunos possam aprender Matemática”.

Essa autora, ao se reportar sobre a formação para o ensino da Matemática na educação pré-escolar e no 1º ciclo do ensino básico, considera esses níveis de educação fulcrais para a formação dos indivíduos e admite a fraca preparação matemática da maioria dos candidatos à freqüência destes cursos. Em vista disso, parece-lhe que a discussão se devia centrar no que se poderia considerar como essencial ser trabalhado durante a formação inicial. Em seu entendimento:

a maneira como os futuros professores são envolvidos na atividade matemática durante a formação é determinante na forma como virão a trabalhar a matemática com os seus alunos. Tudo isto, não esquecendo que se trata da formação de professores generalistas, em que a formação matemática é apenas uma das componentes que não pode ser dissociada das restantes (SERRAZINA, 2002, p. 7).

A construção do conhecimento matemático é um processo longo e os professores das séries iniciais do ensino fundamental deveriam ter conhecimentos

"de e sobre" Matemática de modo a propiciar ambientes de aprendizagem para que seus alunos viessem a desenvolver, desde cedo, conceitos e procedimentos matemáticos que se ampliariam e se desenvolveriam no decorrer de suas trajetórias. Seria uma espécie de cuidado do professor para que as possibilidades de desenvolvimento dos conhecimentos matemáticos dos alunos viessem a ser ou se realizassem.

Entretanto, se depender do modo como muitos cursos de formação de professores das séries iniciais continuam a selecionar e tratar conteúdos matemáticos considerados necessários à formação desses professores, parece-nos que muito ainda há que ser feito para que se alcance uma compreensão mais ampliada do que se pretende em termos de conhecimentos matemáticos desses futuros professores.

Concordamos com Bicudo (2003) quando se reporta à formação de professores, afirmando que:

é a formação de um profissional chamado a atuar e dar conta de um trabalho de organização do que está desorganizado; de responder pelos valores positivamente avaliados que constam do ideário educacional; de promover a autonomia ética e de pensamento (BICUDO, 2003, p. 15).

Nessa perspectiva, o entendimento dessa autora vem ao encontro de proposições e indicativos daquilo que é considerado necessário ser observado na formação inicial de professores que ensinam Matemática, incluídos aí os professores de atuação multidisciplinar nas séries iniciais do ensino fundamental.

Ao que tudo indica, estudos e pesquisas sobre a formação matemática de professores vêm confirmar a complexidade dessa temática, apontando – entre tantos fatores a serem observados – a questão de conteúdos matemáticos que se tornarão objetos de ensino por parte dos futuros professores.

Frente a essas proposições e indicativos, coube-nos investigar estudos acerca de conhecimentos que os professores deveriam ter dos conteúdos que irão ensinar, identificando proposições que são feitas para a formação matemática de professores de atuação multidisciplinar nas séries iniciais do ensino fundamental.

3 A QUESTÃO DOS CONTEÚDOS

Quando se fala em conteúdo, geralmente faz-se relação com uma lista de tópicos que integram o programa de uma disciplina escolar. Entretanto, existem diferenciados entendimentos em relação a esse termo que mereceriam ser contemplados ao se tratar da questão de possíveis conteúdos para uma formação matemática inicial de professores de atuação multidisciplinar.

Nessa perspectiva, procuramos identificar proposições acerca dessa temática, trazendo à reflexão a questão do conhecimento que os professores deveriam ter acerca dos conteúdos que se constituem em objeto de ensino. Entendemos que, por meio dessas proposições, poderíamos mostrar um cenário mais ampliado do que viria a ser conteúdo.

Inicialmente, optamos por estudos de Lee Shulman (1986,1987) por considerarmos que esse autor, em certa medida, retoma essa questão de forma um tanto quanto incisiva, tornando-se uma espécie de instaurador de discurso relativo a essa temática nas últimas décadas. Em seguida, procuramos identificar proposições e indicativos teóricos sobre o conhecimento matemático que os futuros professores que ensinam Matemática deveriam desenvolver e o papel que o conteúdo representa nesse conhecimento.

Do nosso ponto de vista, isso nos possibilita condições para reflexões acerca do que é proposto nos documentos oficiais brasileiros sobre a formação de professores de atuação multidisciplinar e sobre possíveis conteúdos para a formação matemática desses professores. Foi o meio que encontramos para a abordagem de um tópico específico da Matemática que julgamos necessário a essa formação.

3.1 O conhecimento dos conteúdos na composição do saber docente

Conforme anunciamos na apresentação desta dissertação, essa é uma questão que vem sendo apontada como merecedora de investigações no âmbito da educação matemática quando se coloca em discussão a formação matemática de professores. Mas, em que medida o conhecimento do conteúdo da disciplina a ser ensinada estaria correlacionado ao saber docente?

Em nossas investigações, observamos que Lee Shulman (1986, 1987) é um dos autores mais citados quando se trata dessa questão. Esse pesquisador aponta para o conhecimento do conteúdo da disciplina a ser ensinada como um dos fatores mais importantes na composição do saber docente. Ele teceu sérias críticas ao analisar o quadro geral de pesquisas educacionais realizadas até a década de 1980, nos EUA, em que constatou a predominância de questões pedagógicas de natureza geral, em detrimento do conhecimento sobre o ensino da matéria propriamente dito. Em sua concepção, a pesquisa sobre o ensino dos conteúdos se tornou um “paradigma perdido”, um verdadeiro ponto cego, pelo desprezo com que o assunto é tratado pelos pesquisadores.

No artigo que Schulman publicou em 1986, ele apresenta três categorias que, juntas, retratariam sua visão do que comporia o conhecimento da disciplina a ser ensinada:

- 1) o conhecimento do conteúdo da disciplina;
- 2) o conhecimento didático do conteúdo da disciplina; e
- 3) o conhecimento do currículo.

No trabalho desse autor de 1987, ele amplia a discussão, propondo sete categorias:

- 1) conhecimento do conteúdo;
- 2) conhecimento de como lecionar o conteúdo;
- 3) conhecimento do currículo;
- 4) conhecimento pedagógico em geral;
- 5) conhecimento dos estudantes e de suas características;
- 6) conhecimento do contexto educacional; e
- 7) conhecimento das metas, objetivos e valores educacionais;

Mesmo que essas categorias estejam interrelacionadas, centramos nosso foco no **conhecimento do conteúdo da disciplina** por nos alinharmos aqueles autores (DRUCK, 2003; PONTE, 2004; VELOSO, 2004) que entendem que a compreensão profunda do conteúdo precede, em certa medida, os demais encaminhamentos que o professor dá à sua prática docente.

De acordo com Shulman (1986), o conhecimento do conteúdo está relacionado à compreensão das estruturas da disciplina a ser ensinada e dos princípios de sua organização conceitual. Em sua concepção, as formas de tratar o conhecimento das estruturas do conteúdo diferem conforme a especificidade de cada área disciplinar. Pensar apropriadamente o conhecimento de conteúdos requer que se vá além de fatos e conceitos que estão presentes no domínio da disciplina a ser ensinada.

O conhecimento dos conteúdos, no entendimento de Shulman (1987), repousa em duas fundações:

- a) o acúmulo da literatura e estudos dos conteúdos de área; e
- b) a erudição histórica e filosófica da natureza do conhecimento naqueles campos de estudo.

Ao se referir à compreensão que os professores deveriam ter das estruturas da disciplina a ser ensinada e dos princípios de sua organização conceitual, esse autor acredita que os professores deveriam compreender princípios que ajudam a responder dois tipos de questão em cada um desses campos:

- a) que idéias e habilidades são consideradas importantes nesses domínios?
- b) de que forma novas idéias poderiam ser adicionadas de modo a suprir deficiências daqueles que produzem conhecimento nessas áreas?

Nessa perspectiva, o professor deveria ter, além de uma compreensão profunda do objeto particular ensinado, uma ampla educação liberal que servisse como referência teórica para antigas aprendizagens e como um facilitador para novos entendimentos.

Na visão de Shulman (1987), o professor tem especial responsabilidade em relação ao conhecimento do conteúdo, servindo como a principal fonte para o estudante compreender a disciplina estudada. A maneira pela qual esta compreensão é comunicada possibilita aos estudantes identificarem o que é essencial e o que é periférico em relação à disciplina.

Em face da diversidade dos estudantes, Shulman (1987) afirma que o professor deve ter uma flexível e multifacetada compreensão, adequada para dar explicações alternativas de alguns conceitos ou princípios. Em seu entendimento, o professor também comunica, conscientemente ou não, idéias sobre os modos nos quais “crenças” são determinadas e um conjunto de atitudes e valores que marcadamente influencia a compreensão do estudante.

Shulman (1987) acredita que este lugar especial de responsabilidade ocupado pelos professores demanda dos mesmos compreensão profunda das

estruturas do objeto de ensino, bem como das que dizem respeito às atitudes do professor e entusiasmo para o que deve ser ensinado e aprendido. Estes muitos aspectos do conhecimento do conteúdo, portanto, são entendidos como uma característica central para a base do conhecimento para o ensino.

3.2 O conhecimento matemático do professor

Os estudos que Lee Shulman realizou na década de 1980 servem como referências para muitas investigações a respeito de conhecimentos necessários ao saber docente, inclusive no âmbito da educação matemática, conforme comprovam levantamentos feitos por Curi (2004) ao abordar o tema formação de professores polivalentes, no qual faz uma análise de conhecimentos para ensinar Matemática e de crenças e atitudes que interferem na constituição desses conhecimentos.

Dentre os pesquisadores na área da educação matemática, já analisamos os estudos de Deborah Ball e Liping Ma. Essas são autoras muito citadas quando se trata da questão do conhecimento da matemática escolar. No entendimento de Ball,

o futuro professor necessita de ter uma profunda compreensão da matemática que não se limite a um conhecimento tácito do tipo saber fazer, mas se traduza num conhecimento explícito. Este envolve ser capaz de conversar sobre a matemática, não apenas descrever os passos para seguir um algoritmo, mas também explicitar os juízos feitos e os significados e razões para certas relações e procedimentos (BALL apud SERRAZINA, 2002, p. 11).

Liping Ma, segundo Veloso (2004, p. 45-46), entende que os professores que ensinam Matemática deveriam ter uma compreensão profunda da matemática fundamental. É o que ela denomina de *profound understanding of fundamental mathematics* (PUFM). Essa compreensão profunda teria as seguintes características:

Conectividade. Um professor com uma PUFM tem a intenção geral de fazer conexões entre conceitos matemáticos e procedimentos, desde conexões simples e superficiais entre partes isoladas do conhecimento até conexões, complexas e subjacentes, entre diferentes operações e subdomínios matemáticos. Quando refletida no ensino, aquela intenção evita que a aprendizagem dos alunos seja fragmentada. Em lugar de aprenderem tópicos isolados, os alunos aprenderão um corpo unificado de conhecimentos

Múltiplas perspectivas. Aqueles que atingiram uma PUFM apreciam os diferentes aspectos de uma idéia e as várias abordagens à resolução de uma questão, assim como as suas vantagens e inconvenientes. Além disso, são capazes de fornecer explicações matemáticas desses aspectos e abordagens. Deste modo, os professores poderão guiar os seus alunos em direção a uma compreensão flexível da disciplina.

Idéias básicas – professores com uma PUFM têm uma atitude favorável à Matemática e estão particularmente atentos aos “simples mas poderosos conceitos e princípios básicos da Matemática” (por exemplo, a idéia de equação). Têm tendência a visitar e reforçar essas idéias básicas. Ao centrarem a sua atenção nessas idéias básicas, os alunos não são apenas encorajados a abordar problemas, mas são conduzidos a desenvolver atividade matemática real.

Coerência longitudinal – professores com uma PUFM não estão limitados ao conteúdo que deve ser ensinado num certo ano de escolaridade; em lugar disso, têm um conhecimento profundo de todo o currículo matemático elementar. Estão preparados para aproveitar sempre uma oportunidade para rever conceitos cruciais que os alunos estudaram anteriormente. Além disso, sabem o que os alunos vão aprender a seguir, e aproveitam as oportunidades para estabelecer as bases para essa aprendizagem.

No entendimento de Veloso (2004):

Conhecimento matemático acerca de um procedimento matemático, ou de uma idéia matemática, ou de um conceito, significa conhecer – do ponto de vista da matemática – mais do que o resultado desse procedimento, mais do que o nome da idéia ou do conceito. Significa saber a justificação matemática desse procedimento, significa saber se existem outros procedimentos ou algoritmos com a mesma finalidade desse procedimento, significa conhecer as conexões dessa idéia ou desse conceito com outras idéias matemáticas. E as origens e a evolução histórica desse conceito ou idéia. Mas significa também conhecer o caráter das definições matemáticas ou o que quer dizer a frase ‘quem diz matemática diz demonstração’ (VELOSO, 2004, p. 66-67).

Segundo esse autor:

o conhecimento matemático acerca de um tópico não tem fim, e portanto uma frase do tipo ‘os futuros professores devem ter um

conhecimento matemático dos tópicos de matemática elementar que irão ensinar' apenas nos podem estar a referir a um conhecimento matemático mínimo ou suficiente, o que é sem dúvida um conceito subjetivo... mas o que se há de fazer! (VELOSO, 2004, p. 67).

O que percebemos nesses estudos que versam sobre a problemática da formação matemática de professores, em que se questiona a preparação que lhes é dada nos cursos de formação inicial, é a existência de uma série de proposições de autores que parecem preocupados com a questão do conhecimento matemático que os futuros professores deveriam desenvolver nessa formação. Proposições que no âmbito da utopia, de acordo com Bicudo (2003), almejam mudanças de um estado de coisas que está posto e, pelo visto, desorganizado.

Essas proposições parecem reconhecer que o conhecimento matemático é composto de diferenciados componentes. De acordo com Frade e Borges (200?), a tendência de se valorizar o conhecimento matemático como sendo composto por domínios diferentes e diferentes naturezas pode ser entendida como reflexo do movimento de mudanças pelo qual tem passado a filosofia e a epistemologia matemáticas.

No entendimento desses autores, Paul Ernest (1998, 1999) foi quem melhor categorizou as componentes envolvidas tanto no conhecimento matemático quanto na aprendizagem matemática. Segundo eles, Paul Ernest acredita que em ambos os casos pode-se atingir uma melhor compreensão por meio de um modelo multidimensional em que os componentes são ou de natureza *principalmente tácita* ou de natureza *principalmente explícita*.

Ao que tudo indica, muitas coisas ainda precisariam ser feitas, mesmo que Veloso (2004) afirme que o conhecimento matemático de um tópico não tenha fim e questione o que se há de fazer – uma vez que ao nos referirmos a conteúdos

necessários à formação de futuros professores, estaríamos a nos referir a um conhecimento mínimo necessário o quê nos colocaria no âmbito da subjetividade.

3.3 O caso dos professores de atuação multidisciplinar

De acordo com Serrazina (2002, p. 11), os futuros professores precisariam conhecer bem os conceitos, técnicas e processos matemáticos que intervêm no nível de escolaridade no qual irão atuar. No que tange ao conhecimento matemático de professores de atuação multidisciplinar, é preciso que se tenha uma boa noção do que são as grandes idéias da matemática e qual o seu papel no mundo de hoje. Essa autora aponta também para a necessidade de se ter uma noção clara de todo o desenvolvimento do currículo de matemática no 1º ciclo de educação básica e quais as idéias matemáticas que podem ser desenvolvidas na educação pré-escolar.

Na concepção dessa autora,

ensinar Matemática implica tomar uma série de decisões, de forma consciente, sobre que parte dos conhecimentos matemáticos ensinar, em que momento é conveniente ensiná-los e de que forma pode ser mais adequado tratá-los de modo que sejam aprendidos (SERRAZINA, 2002, p. 14).

Em seu entendimento:

Para formar um professor do 1º ciclo ou educador de infância, cujo perfil como profissional lhe facilite uma tomada de decisões de forma racional e crítica, é necessário formar profissionais com conhecimentos e capacidades que lhes possibilitem selecionar, organizar e trabalhar sobre a informação de modo a irem evoluindo no seu conhecimento profissional (idem).

Essa autora aponta ainda que: “o professor precisa de ter instrumentos de análise e reflexão sobre a sua prática, sobre o seu significado, sobre o tipo de conteúdos a trabalhar, sobre como aprendem seus alunos e sobre como ensinar”

(SERRAZINA, 2002, p. 14). Ela considera que: “no fundo, pretende-se que os futuros professores desenvolvam o seu próprio modelo didático e aprendam a ensinar os conhecimentos matemáticos que os seus alunos deverão aprender” (idem).

Em sua concepção:

todos os futuros professores devem ter durante a formação experiências matemáticas que lhes desenvolvam perspectivas sobre a natureza da matemática, por meio de uma abordagem histórica e cultural, que fomentem a sua predisposição para fazer matemática e a sua autoconfiança para aprender matemática de modo independente; experiências de resolução de problemas e de desenvolvimento de atividades de investigação em matemática. Deve ser dada atenção especial ao papel das tecnologias incorporando-as nas experiências matemáticas realizadas (SERRAZINA, 2002, p. 14).

Em certa medida, Serrazina se reporta às três vertentes propostas por Shulman (1986) em relação ao saber docente, quando afirma que alguns autores propõem considerar três dimensões básicas para esse saber, quais sejam:

Dimensão de caráter epistemológico: informação sobre as características e significado do conhecimento matemático escolar, do seu sentido e do seu papel na sociedade e na formação do indivíduo. Representa uma reflexão sobre o próprio conhecimento matemático escolar, suas características, suas relações internas e externas e sua estrutura.

Dimensão relativa à aprendizagem: que informa sobre o sentido dos processos de aprendizagem dos alunos, seu desenvolvimento, suas dificuldades, as situações e atividades para a aprendizagem da matemática, etc. Parte da reflexão sobre o desenvolvimento do pensamento matemático e da sua aprendizagem.

Dimensão de caráter curricular: que se relaciona com a linha de ação a desenvolver na aula para tratar adequadamente todo o conhecimento matemático e todas as suas condições, analisando as peculiaridades do seu ensino e das suas possíveis concretizações.

No entendimento dessa autora:

Estas informações permitem ao futuro professor ficar consciente do tipo de elementos a ter em conta, das condições a respeitar e do modelo de estratégias a pôr em jogo ao tratar do conhecimento matemático na sua futura aula. Ao mesmo tempo, permitem responder o porquê e para quê ensinar, como ensinar e o que ensinar (SERRAZINA, 2002, p. 15).

Loureiro (2004) evidencia que a formação matemática de professores que se pretende atualmente tem por horizonte uma agenda de orientações curriculares. Ela se ampara nas considerações de Abrantes et al (1991, p. 41) que apontam para uma formação sob a seguinte perspectiva:

Centrada no desenvolvimento da predisposição e aptidão para raciocinar matematicamente, do gosto e confiança pessoal em desenvolver atividades intelectuais que envolvem raciocínio matemático, da aptidão para discutir com outros e comunicar descobertas e idéias matemáticas, da compreensão de noções como conjectura, teorema e demonstração, da predisposição para resolver problemas e da capacidade de desenvolver processos de resolução, da capacidade de decidir sobre a razoabilidade de resultados e de usar os instrumentos mais adequados à sua obtenção, da tendência procurar 'ver' e apreciar a estrutura abstrata que está presente numa situação, como é preconizada pelos documentos orientadores para o ensino da Matemática na Educação Básica (ABRANTES et al apud LOUREIRO, 2004, p. 89)

De acordo com Loureiro (2004, p. 90), nas reflexões e investigações tanto por parte de matemáticos quanto por parte de educadores matemáticos é comum colocar questões do tipo:

- Que conhecimentos matemáticos são necessários aos professores?
- Que conhecimentos acerca da natureza e da prática da matemática precisam os professores saber?
- Como se relaciona o seu conhecimento matemático com a sua prática?

Entretanto, segundo essa autora, novas questões têm sido colocadas para investigações no âmbito da educação matemática. Essas questões tomaram uma forma mais ampla, passando a se configurar da seguinte maneira:

- Qual é o conhecimento matemático de que os professores precisam para ensinar bem?
- Como podem os professores desenvolver o conhecimento matemático de que precisam para ensinar bem?

Segundo Loureiro (2004, p. 90):

Esta formulação ajuda a esbater³ a fronteira entre a componente matemática e a componente didática, permitindo, por um lado, desenvolver o que deve ser a formação matemática e, por outro, a proposta de formação matemática com uma parte da formação didática.

Essa autora sugere que na formação matemática de professores do 1º ciclo e dos educadores de infância haveria de se contemplar tanto o aspecto dos conhecimentos matemáticos e conhecimento sobre a matemática quanto o aspecto da matemática para melhorar a didática. Ela apresenta esses aspectos da seguinte forma:

1ª parte: Conhecimentos matemáticos e conhecimento sobre a matemática

1. Construção do conhecimento matemático
2. Fundamentos matemáticos
3. Números, operações e teoria dos Números
4. Técnicas, rotinas e destrezas
5. Geometria
6. Grandezas e medidas
7. Recolha e tratamento dos dados
8. Raciocínios proporcional e probabilístico
9. Técnicas de contagem, grafos e outros modelos da matemática discreta
10. Pensar matematicamente
11. Perspectiva ampla, conexa e articulada da matemática
12. Leitura de texto matemático

³ Atenuar, suavizar os contrastes de cor ou de tom, passando gradualmente do mais forte ao mais fraco, ou vice-versa (FERREIRA, 1986, p. 680)

2ª Parte: Matemática para melhorar a didática

1. Partir do conhecimento dos alunos (construção do conhecimento)
2. A diversidade na sala de aula
3. Matemática na formação didática
4. Conhecimento matemático e avaliação
5. Matemática e tecnologia
6. Reconhecer e saber usar a matemática
7. Matemática para o desenvolvimento
8. Matemática na formação cultural

Para cada um dos tópicos sugeridos, essa autora faz a devida justificção. Em relação à **Construção do conhecimento matemático**, por exemplo, ela entende que

as experiências de aprendizagem matemática dos futuros professores devem ser realizadas num clima de aprendizagem que, simultaneamente, contrarie todos os constrangimentos negativos e favoreça o desenvolvimento de concepções, atitudes e capacidades positivas. Isto será possível se o papel dos alunos futuros professores for o de agentes ativos construtores desse conhecimento (LOUREIRO, 2004, p. 93).

De acordo com Loureiro (2004), além do pouco conhecimento matemático de muitos professores de atuação multidisciplinar, existem atitudes negativas face à matemática e capacidades mal exploradas e desenvolvidas. Ela admite que o tempo de formação é limitado e por isso “é decisivo ajudá-los a compreender bem a matemática dando-lhes condições para que continuem interessados em estudar e aprender matemática depois de licenciados” (LOUREIRO, 2004, p. 63).

Ela entende como atitudes positivas e capacidades favoráveis à construção do conhecimento matemático:

o gosto por aprender, a autonomia, a vontade e o gosto por enfrentar dificuldades, a persistência, a valorização da ajuda de outros, a capacidade de procurar ajuda, a confiança nas idéias próprias, a capacidade de explicitar idéias próprias, o reconhecimento do valor das idéias de outros quanto em oposição às suas, a capacidade de desenvolver os conhecimentos próprios integrando outros conhecimentos, a organização das idéias próprias em perspectivas diversas, o espírito crítico e a argumentação (LOUREIRO, 2004, p. 64).

Do nosso ponto de vista, o entendimento dessa autora vem ao encontro do que os Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática apresentam, no que diz respeito a conteúdos atitudinais. De acordo com esses documentos, espera-se desenvolver com esse tipo de conteúdo:

- atitudes favoráveis para a aprendizagem de Matemática.
- confiança na própria capacidade para elaborar estratégias pessoais diante de situações-problema.
- valorização da troca de experiências com seus pares como forma de aprendizagem.
- curiosidade por questionar, explorar e interpretar os diferentes usos dos números, reconhecendo sua utilidade na vida cotidiana.
- interesse e curiosidade por conhecer diferentes estratégias de cálculo.
- valorização da utilidade dos elementos de referência para localizar-se e identificar a localização de objetos no espaço.
- sensibilidade pela observação das formas geométricas na natureza, nas artes, nas edificações.
- valorização da importância das medidas e estimativas para resolver problemas cotidianos.
- interesse por conhecer, interpretar e produzir mensagens, que utilizam formas gráficas para apresentar informações.

- apreciação da organização na elaboração e apresentação dos trabalhos (BRASIL, 1997, p. 75).

A partir dessas proposições e indicativos teóricos, procuramos identificar, nos documentos oficiais brasileiros, pistas acerca de possíveis conteúdos para a formação matemática de professores de atuação multidisciplinar.

3.3.1 Seleção de conteúdos para formação matemática

A tomada de decisões curriculares sobre conteúdos considerados necessários à formação matemática de professores de atuação multidisciplinar envolve uma série de fatores que perpassam dentre outros pelo conhecimento do currículo de matemática a ser desenvolvido nas séries nas quais esses professores irão atuar. Serrazina (2002, p. 11) aponta para a necessidade de os futuros professores polivalentes construir uma noção clara de todo o desenvolvimento do currículo de matemática no 1º ciclo de educação básica e de identificarem as idéias matemáticas que podem ser desenvolvidas na educação pré-escolar.

No Brasil, a formação de professores de atuação multidisciplinar passou por mudanças no final da década de 1990, devido à Lei n.º 9.394/96, de Diretrizes e Bases da Educação Nacional/LDBEN, que estabeleceu que a formação inicial dos professores para atuarem no ensino fundamental seria realizada em nível superior, em curso de licenciatura, de graduação plena, em universidades e institutos superiores de educação.

Essa reforma não é descolada de um contexto mais geral. De acordo com Vieira (2002), a existência de um quadro de reformas mais amplas em nível mundial tem implicações nas políticas de formação docente. No entendimento dessa autora,

existem três cenários, relacionados entre si, que influenciam as reformas educacionais que foram propostas no Brasil, quais sejam:

- a) a consolidação do processo de globalização;
- b) a redefinição das formas de organização do Estado; e
- c) o protagonismo de agências internacionais ligadas ao campo educacional.

Em certa medida, a perspectiva pela qual Vieira (2002) aborda a temática da formação de professores é semelhante a de Garcia Blanco (2003) que concebe essa formação, especificamente a formação inicial, como um campo no qual intervêm distintos setores da sociedade que se encontram em constante desenvolvimento e permanente evolução e que, devido a isso, a formação docente é vista como sendo problemática. Segundo essa autora, “um dos aspectos do problema seria a definição de programas de formação de professores que respondessem às demandas provenientes dos distintos setores afetados” (GARCIA BLANCO, 2003, p. 51)

No que se refere ao grau de escolaridade da formação dos professores de atuação multidisciplinar nas séries iniciais, historicamente tem-se que por um longo período de tempo, ela se deu em nível de ensino secundário (atual ensino médio), nas escolas normais espalhadas por este país. Na década de 1930, o magistério passou a ser considerado profissão regulamentada, passível de registro em Carteira de Trabalho. Antes disso, podia ser exercido sem a necessidade de cumprir qualquer exigência legal (FERREIRA, 1999).

No que diz respeito à preparação para ensinar Matemática que era contemplada nesses cursos de formação em nível secundário, Curi (2004) fez um

levantamento para identificar como, em diferentes momentos históricos da educação brasileira, essa questão foi conduzida e constata que:

No início do século XX, os conteúdos matemáticos propostos para serem ensinados aos estudantes do Curso Normal eram as quatro operações fundamentais com números naturais e racionais na forma fracionária, algumas noções de medidas, de proporcionalidade, incluindo porcentagem, regra de três e juros, programação do Curso Primário. Com o passar dos anos, a situação foi se modificando e os cursos abandonaram essa proposta (CURI, 2004, p. 76).

Essa autora constata também que, “em alguns momentos da história, sequer havia a disciplina de Matemática nos cursos de formação de professores” (CURI, 2004, p. 76).

No tocante à sugestão de que essa formação seja feita, atualmente, em nível superior, conforme dispõe a LDBEN, isso não se constitui em novidade e originalidade. A formação do professor primário⁴ já tinha sido elevada à categoria de nível superior, em 1935, quando Anísio Teixeira a incorporou na recém-criada Universidade do Distrito Federal (UDF). Mas, devido ao cenário político de então, essa formação em nível superior não prosperou (NUNES, 2002).

A criação dos Institutos Superiores de Educação aparece como a grande novidade, mas a sugestão de sua criação não é exclusiva do nosso momento histórico. Eles já haviam sido sugeridos como alternativa de formação docente nas recomendações da Conferência Regional Latino-Americana sobre a educação primária gratuita obrigatória, organizada pela UNESCO em colaboração com a OEA (Organização dos Estados Americanos) e o governo do Peru, realizada em Lima no ano de 1956. Essa proposta surgia dentro de uma concepção de desenvolvimento integrado da América Latina (CAMPOS, 1999 apud NUNES, 2002, p. 16).

⁴ Nomenclatura que era dada ao professor de atuação multidisciplinar nas séries iniciais do ensino fundamental.

Essas informações, mesmo que pareçam digressões quanto à questão da seleção de conteúdos considerados necessários à formação matemática de futuros professores de atuação multidisciplinar, podem ser bastante úteis no sentido de possibilitar um cenário ampliado dessa temática. Elas mostram a complexidade na qual o sistema educacional está inserido, possibilitando uma noção do lugar da formação de professores de atuação multidisciplinar e do desenvolvimento do currículo de matemática que foi contemplado nessa formação. É uma forma de situar as propostas que são feitas atualmente pelos documentos oficiais.

3.3.1.1 Os documentos oficiais

No Brasil, as diretrizes sobre a formação de professores para a Educação Básica, bem como os pareceres que as justificam, não explicitam quais conteúdos devem ser contemplados na formação de professores de atuação multidisciplinar. O que existe são indicativos. Segundo esses documentos oficiais:

os conteúdos definidos para um currículo de formação profissional e o tratamento que a eles deve ser dado assumem papel central, uma vez que é basicamente na aprendizagem de conteúdos que se dá a construção e o desenvolvimento de competências (PARECER CNE/CP9/2001, p. 26).

É sugerido nesses documentos que nos cursos de formação de professores para a Educação Infantil e séries iniciais do Ensino Fundamental: “é preciso incluir uma visão inovadora em relação ao tratamento dos conteúdos das áreas de conhecimento, dando a eles o destaque que merecem e superando abordagens infantilizadas de sua apropriação pelo professor” (PARECER CNE/CP9/2001, p. 37).

Ressalta-se que:

aquilo que o professor precisa saber para ensinar não é equivalente ao que seu aluno vai aprender: além dos conteúdos definidos para as diferentes etapas da escolaridade nas quais o futuro professor atuará, sua formação deve ir além desses conteúdos, incluindo conhecimentos necessariamente a eles articulados, que compõem um campo de ampliação e aprofundamento da área (PARECER CNE/CP9/2001, p.30).

Esse entendimento sobre o conhecimento que o professor deveria ter acerca daquilo que se propõe ensinar parece ser consensual entre diversos autores. Todavia, devido ao caráter multidisciplinar dos professores que atuam nas séries iniciais, face às várias disciplinas escolares que devem lecionar, a questão em relação à Matemática é apontar que conteúdos seriam necessários para o ensino nos cursos de formação desses professores, de modo a possibilitar o aprofundamento de conhecimentos e competências, permitindo-lhes intervir profissionalmente numa educação pela Matemática nas séries iniciais, uma vez que, segundo os documentos oficiais:

a definição do que um professor de atuação multidisciplinar precisa saber sobre as diferentes áreas de conhecimento não é tarefa simples. Quando se afirma que esse professor precisa conhecer e dominar os conteúdos básicos relacionados às áreas de conhecimento que serão objeto de sua atividade docente, o que se quer dizer não é que ele tenha um conhecimento tão estrito, basicamente igual ao que vai ensinar, como também não se pretende que ele tenha um conhecimento tão aprofundado e amplo como o do especialista por área de conhecimento.(PARECER CNE/CP9/2001, p.31)

Do nosso ponto de vista, essa é uma questão problemática, uma vez que ao assumirem a não simplicidade da tarefa de selecionar conteúdos necessários à formação de futuros professores de atuação multidisciplinar, os documentos oficiais tendem a atribuir essa responsabilidade às instituições formadoras. De acordo com o parecer que fundamenta as diretrizes para a formação do professor da educação básica:

o planejamento de uma matriz curricular de formação de professores constitui assim o primeiro passo para a transposição didática que o formador de formadores precisa realizar para transformar os

conteúdos selecionados em objetos de ensino de seus alunos, futuros professores (PARECER CNE/CP9/2001, p.41).

Quanto à elaboração do projeto curricular, é ressaltado que:

a equipe de formadores deve buscar formas de organização, em contraposição a formas tradicionais concentradas exclusivamente em cursos de disciplinas, a partir das quais se trabalhem conteúdos que, também, são significativos para a atuação profissional dos professores (idem).

Percebe-se que os documentos oficiais brasileiros não se preocupam em apontar quais conteúdos matemáticos deveriam ser contemplados na formação de professores de atuação multidisciplinar nas séries iniciais, abrindo – dessa maneira – possibilidades para que os cursos de formação desses professores elaborem seus programas e selecionem conteúdos, definidos de acordo com o projeto político-pedagógico que deveria ser discutido pela comunidade escolar.

Essa brecha deixada pelos documentos oficiais brasileiros sobre possíveis conteúdos a serem contemplados na formação de professores de atuação multidisciplinar, associada a proposições e indicativos teóricos sobre a preparação matemática desses professores, possibilita condições para o estabelecimento de propostas a respeito do que se considera essencial ser estudado nos cursos de formação inicial.

3.3.1.2 Articulação com conteúdos matemáticos para as séries iniciais

Uma das questões mais apontadas quanto se trata da problemática da formação de professores diz respeito à desarticulação entre os conteúdos que são propostos para essa formação e aqueles que são propostos para o nível de escolaridade no qual esses profissionais irão atuar. Vimos, no decorrer deste

trabalho, que essa questão é antiga, conforme ressalta Veloso (2004), ao se reportar a reflexões e propostas feitas por Felix Klein em 1908.

Essa desarticulação é observada também na formação matemática de professores de atuação multidisciplinar que, por sua vez, tem como agravante a existência de uma concepção dominante de que os professores que atuam nas séries iniciais não precisariam desenvolver conhecimentos profundos a respeito de conteúdos matemáticos, bastando saber como ensiná-los.

A partir desses e de outros indicativos mostrados no decorrer do presente estudo, tomamos como referência para tomada de decisões curriculares, em relação à formação matemática de professores de atuação multidisciplinar, alguns objetivos que se pretende alcançar com o ensino da Matemática no contexto escolar e que são estabelecidos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais.

Dentre os objetivos gerais que se pretende alcançar com a Matemática para o ensino fundamental, de acordo com os PCN, tem-se:

- identificar os conhecimentos matemáticos como meios para compreender e transformar o mundo à sua volta e perceber o caráter de jogo intelectual, característico da Matemática, como aspecto que estimula o interesse, a curiosidade, o espírito de investigação e o desenvolvimento da capacidade de resolver problemas;
- fazer observações sistemáticas de aspectos quantitativos e qualitativos do ponto de vista do conhecimento e estabelecer o maior número possível de relações entre eles, utilizando para isso o conhecimento matemático (aritmético, geométrico, métrico, algébrico, estatístico, combinatório, probabilístico); selecionar, organizar e

produzir informações relevantes, para interpretá-los e avaliá-los criticamente;

- resolver situações-problema, sabendo validar estratégias e resultados, desenvolvendo formas de raciocínio e processos, como dedução, indução, intuição, analogia, estimativa, e utilizando conceitos e procedimentos matemáticos, bem como instrumentos tecnológicos disponíveis;
- comunicar-se matematicamente, ou seja, descrever, representar e apresentar resultados com precisão e argumentar sobre suas conjecturas, fazendo uso da linguagem oral e estabelecendo relações entre ela e diferentes representações matemática;

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais que tratam da Matemática nas séries iniciais do ensino fundamental são propostos quatro blocos de conteúdos a serem ensinados:

- a) Números e operações;
- b) Espaço e forma;
- c) Grandezas e medidas; e
- d) Tratamento da informação.

Sobre os três primeiros blocos, os autores dos PCN afirmam que existe um razoável consenso no sentido de que os currículos de Matemática para o ensino fundamental devam contemplá-los. Esses autores reconhecem como desafio o de identificar, dentro de cada um desses vastos campos, de um lado, quais conhecimentos, competências, hábitos e valores são socialmente relevantes; de outro lado, em que medida contribuem para o desenvolvimento intelectual do aluno, ou seja, na construção e coordenação do pensamento lógico-matemático, da

criatividade, da intuição, da capacidade de análise e crítica, que constituem esquemas lógicos de referência para interpretar fatos e fenômenos (BRASIL, 1997, p. 53).

Em relação ao bloco de conteúdos que trata de Números e operações, tem-se a seguinte justificativa:

Ao longo do ensino fundamental os conhecimentos numéricos são construídos e assimilados pelos alunos num processo dialético, em que intervêm como instrumentos eficazes para resolver determinados problemas e como objetos que serão estudados, considerando-se suas propriedades, relações e o modo como se configuram historicamente.

Nesse processo, o aluno perceberá a existência de diversas categorias numéricas criadas em função de diferentes problemas que a humanidade teve que enfrentar – números naturais, números inteiros positivos e negativos, números racionais (com representações fracionárias e decimais) e números irracionais. À medida que se depara com situações-problema – envolvendo adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação e radiciação -, ele irá ampliando seu conceito de número.

Com relação às operações, o trabalho a ser realizado se concentrará na compreensão de diferentes significados de cada uma delas, nas relações existentes entre elas e no estudo reflexivo do cálculo, contemplando diferentes tipos – exato e aproximado, mental e escrito (BRASIL, 1997, p. 54-55).

Faz-se referência, ainda, neste bloco de conteúdos, que:

Embora nas séries iniciais já se possa desenvolver uma pré-álgebra, é especialmente nas séries finais do ensino fundamental que os trabalhos algébricos serão ampliados; trabalhando com situações-problema, o aluno compreenderá diferentes funções da álgebra (como modelizar, resolver problemas aritmeticamente insolúveis, demonstrar), representando problemas por meio de equações (identificando parâmetros, variáveis e incógnitas), e conhecendo a 'sintaxe' (regras para resolução) de uma equação (idem).

Sobre o bloco de conteúdos referentes ao Espaço e Forma, afirma-se que:

Os conceitos geométricos constituem parte importante do currículo de Matemática no ensino fundamental, porque, por meio deles, o aluno desenvolve um tipo especial de pensamento que lhe permite compreender, descrever e representar, de forma organizada, o mundo em que vive.

A geometria é um campo fértil para se trabalhar com situações-problema e é um tema pelo qual os alunos costumam se interessar naturalmente. O trabalho com noções geométricas contribui para a

aprendizagem de números e medidas, pois estimula a criança a observar, perceber semelhanças e diferenças, identificar regularidades e vice-versa.

Além disso, se esse trabalho for feito a partir da exploração dos objetos do mundo físico, de obras de arte, pinturas, desenhos, esculturas e artesanato, ele permitirá ao aluno estabelecer conexões entre a Matemática e outras áreas do conhecimento (BRASIL, 1997, p. 55-56).

Quanto ao bloco de conteúdos sobre Grandezas e Medidas, os autores dos PCN entendem que:

Este bloco caracteriza-se por sua forte relevância social, com evidente caráter prático e utilitário. Na vida em sociedade, as grandezas e as medidas estão presentes em quase todas as atividades realizadas. Desse modo, desempenham papel importante no currículo, pois mostram claramente ao aluno a utilidade do conhecimento matemático no cotidiano.

As atividades em que as noções de grandezas e medidas são exploradas proporcionam melhor compreensão de conceitos relativos ao espaço e às formas. São contextos muito ricos para o trabalho com os significados dos números e das operações, da idéia de proporcionalidade e escala, e um campo fértil para uma abordagem histórica (BRASIL, 1997, p. 56)

No que diz respeito ao bloco de conteúdos sobre Tratamento da Informação, o que leva os autores dos PCN a destacar esse tema como um bloco de conteúdo é a demanda social. A finalidade do destaque é evidenciar sua importância, em função de seu uso na sociedade. Integram esse bloco estudos relativos a noções de estatística, de probabilidade e de combinatória. Segundo esses autores, “evidentemente, o que se pretende não é o desenvolvimento de um trabalho baseado na definição de termos ou de fórmulas envolvendo tais assuntos” (BRASIL, 1997, p. 56).

De acordo com o que se dispõe sobre os tópicos matemáticos que integram esse bloco de conteúdos, tem-se que:

Com relação à **estatística**, a finalidade é fazer com que o aluno venha a construir procedimentos para coletar, organizar, comunicar e interpretar dados, utilizando tabelas, gráficos e representações que aparecem freqüentemente em seu dia-a-dia.

Relativamente à **combinatória**, objetivo é levar o aluno a lidar com situações-problema que envolvam combinações, arranjos, permutações e, especialmente, o princípio multiplicativo da contagem.

Com relação à **probabilidade**, a principal finalidade é a de que o aluno compreenda que grande parte dos acontecimentos do cotidiano são de natureza aleatória e é possível identificar prováveis resultados desses acontecimentos. As noções de acaso e incerteza que se manifestam intuitivamente, podem ser exploradas na escola, em situações nas quais o aluno realiza experiências e observa eventos (em espaços equiprováveis) (BRASIL, PCN, p. 56-57).

Em nosso entendimento, uma formação matemática inicial de professores de atuação multidisciplinar que leve em conta resultados de estudos e pesquisas realizadas no âmbito da educação matemática, bem como os objetivos e conteúdos propostos para as séries iniciais do Ensino Fundamental, pode se tornar uma formação capaz de fornecer condições para que os futuros professores desenvolvam competências e habilidades necessárias à ampliação dos conhecimentos matemáticos a serem ensinados, conhecendo-os sob diferentes perspectivas, inclusive daquelas originadas de demandas sociais, do mundo do trabalho e de novas tecnologias.

3.3.2 Em direção a estudos relativos a noções de Probabilidade

A articulação que deveria existir entre os conteúdos matemáticos a serem estudados nos cursos de formação de professores de atuação multidisciplinar com aqueles propostos para os níveis de escolaridade em que irão atuar, levaram-nos a destacar os quatro blocos de conteúdos matemáticos que são sugeridos pelos PCN para as séries iniciais do Ensino Fundamental. Sob o ponto de vista de possíveis articulações, cada um desses blocos deveria ser abordado na formação matemática inicial de professores de atuação multidisciplinar com vistas a aprofundar, ampliar e

reestruturar conhecimentos matemáticos necessários à atuação desses professores em suas futuras aulas.

Dos quatro blocos de conteúdos matemáticos propostos, o que diz respeito ao Tratamento da Informação foi recentemente incluído para estudos desde as séries iniciais e, de acordo com os PCN, os assuntos relativos a esse bloco devem ser trabalhados nas séries iniciais de modo a estimularem os alunos a fazer perguntas, a estabelecer relações, a construir justificativas e a desenvolver o espírito de investigação. Os autores dos PCN reconhecem que:

a finalidade não é a de que os alunos aprendam apenas a ler e a interpretar representações gráficas, mas que se tornem capazes de descrever e interpretar sua realidade, usando conhecimentos matemáticos (BRASIL, 1997, p. 69).

No Brasil, o ensino de Estatística, Combinatória e Probabilidade tem sido proposto para alguns cursos de nível médio e superior. Com a inclusão de estudos relativos a noções desses tópicos para o ensino da Matemática nas séries iniciais do Ensino Fundamental, a formação matemática inicial dos professores de atuação multidisciplinar joga um papel de extrema importância frente a conhecimentos necessários para o ensino desses conteúdos.

No caso de estudos relativos a noções de Probabilidade, que é o foco do nosso trabalho, acreditamos que os futuros professores deveriam compreender as justificativas para sua inclusão no contexto escolar, os objetivos que se pretende alcançar com esse tópico da Matemática nas séries iniciais e os conteúdos que são propostos para se atingir esses objetivos. Do nosso ponto de vista, seria uma maneira de se trazer à reflexão questões que podem contribuir para conhecimentos mais aprofundados acerca desse conteúdo. É o que tratamos no capítulo seguinte.

4 A PROBABILIDADE NA MATEMÁTICA ESCOLAR

Neste capítulo, trazemos à reflexão alguns tópicos que julgamos importantes na formação matemática inicial de professores de atuação multidisciplinar e que dizem respeito a justificativas e objetivos para estudos de noções de Probabilidade no contexto escolar. Acreditamos que o conhecimento do conteúdo que se constitui em objeto de ensino perpassa também pela compreensão desses tópicos.

São variadas as justificativas para a inclusão de estudos relativos a noções de Probabilidade nas propostas curriculares para o ensino da Matemática. A importância atribuída ao desenvolvimento do raciocínio probabilístico e suas possíveis implicações, dentre elas a contribuição para a autonomia dos sujeitos, assume lugar de destaque em nosso momento histórico frente a necessidades de se transitar numa época em que a efemeridade tornou-se marca registrada, informações são trocadas em todo o planeta em tempo real e o fim das certezas é anunciado com base em demonstrações científicas.

As pessoas que conseguem ser contemporâneas desta época tem o direito de opinar, de fazer julgamentos, de escolher o que lhe melhor convier, de fazer prognósticos probabilísticos, etc. Mas, nem todas conseguem ser contemporâneas do espírito deste momento histórico. Por incrível que pareça, o desenvolvimento científico que atingiu índices altíssimos no final do século XX e início do século XXI, colocando parte do planeta na pós-modernidade, tem que conviver com situações de barbárie em que sujeitos dependentes e sem poder de escolha tendem a andar cabisbaixos, acreditando que as coisas são do jeito que são, numa visão determinista e linear do mundo que os rodeia.

Nesse cenário, a escola é apontada mais uma vez como uma das principais instituições responsáveis por uma educação que seja capaz de contribuir para a autonomia dos sujeitos. Em se tratando da área da Matemática, a escola teria que contribuir para uma formação matemática que visasse o desenvolvimento de cidadãos conscientes, críticos e responsáveis capazes de enfrentar os desafios de uma sociedade cada vez mais tecnológica (SERRAZINA, 2002; OECD, 2003; LOUREIRO, 2004; VELOSO, 2004; BICUDO, 2003, entre outros).

Acreditamos que ao se focalizar um determinado conteúdo com vistas à formação matemática inicial de professores de atuação multidisciplinar, haveria de se contemplar também fatores que influenciam na escolha e seleção desse conteúdo no currículo escolar. Seria uma forma de se contribuir para a compreensão de um tópico matemático de uma maneira mais ampliada, promovendo-se informações com vistas à autonomia nas escolhas e seleção daquilo que é considerado essencial a ser ensinado.

Julgamos que essas informações podem se constituir em indícios para a elaboração de propostas curriculares para a formação matemática de professores de atuação multidisciplinar. De acordo com os documentos oficiais brasileiros, o planejamento de uma matriz curricular é considerado como o primeiro passo para a transposição didática que o formador de formadores precisaria realizar para transformar os conteúdos selecionados em objeto de ensino de seus alunos, futuros professores.

4.1 Influências do contexto social no currículo escolar

Estudar a relação entre escola e sociedade pode se constituir num excelente exercício para se compreender por quê alguns tópicos da Matemática são propostos para o ensino no contexto escolar, num determinado momento histórico. Mesmo que nosso objetivo não seja aprofundar teoricamente essa questão, entendemos que, ao escolhermos um tópico específico da matemática escolar como objeto de estudo – como é o caso da Probabilidade – , haveríamos de evidenciar aspectos dessa relação como uma das fontes para a chamada transposição didática

Yves Bertrand e Paul Valois, ao analisarem as organizações educacionais, sob a perspectiva sistêmica, concebem-nas como conjuntos de elementos estruturados que visam certos fins determinados pela sociedade, apoiados em estratégias e táticas. No entendimento desses autores:

A organização educativa é determinada pelas orientações da sociedade em que se insere, assim como suas normas, leis e regras. A finalidade última da organização educativa consiste em concretizar estas orientações na realidade cotidiana e traduzi-las em práticas (BERTRAND & VALOIS, 1994, p. 13-14).

Entretanto, esses autores reconhecem que as relações entre a sociedade e a educação têm um duplo sentido, entendendo que a organização educativa pode, como qualquer outra organização social, contribuir para a modificação das orientações da sociedade. Na visão desses autores, a organização educativa possui, então, uma certa autonomia e pode intervir nas próprias orientações, fixadas pela sociedade, quer aceitando-as, adaptando-as ou contestando-as (BERTRAND & VALOIS, 1994, p. 14).

Já ressaltamos que a sociedade demanda da escola a promoção de conhecimentos que possibilitem aos alunos compreenderem fatos e fenômenos que vivenciam e que lhes são apresentados. Ao olharmos a organização educativa, sob

a perspectiva sistêmica, conforme Yves Bertrand e Paul Valois, poderíamos dizer que a demanda social contribui também, e em certa medida, para a emergência de tendências que norteiam objetivos que se pretende alcançar com a matemática escolar e a seleção de conteúdos considerados necessários à consecução desses objetivos.

No final dos anos 1970, por exemplo, Max Bell⁵ acreditava que a escola deveria proporcionar conhecimentos acerca de uma matemática utilitária que viesse atender necessidades sociais que se anunciavam para a década de 1980. No entendimento desse autor, as mudanças curriculares na escola ocorrem motivadas por reclamações da sociedade e pelo desenvolvimento do conhecimento. Ele afirma que, no âmbito do ensino da Matemática, desde 1900 tem ocorrido mudanças curriculares, em média de 20 em 20 anos, e que, após decorridos dez anos da implantação dessas mudanças, alguns aspectos são assimilados, outros descartados ou ultrapassados.

Max Bell reporta-se à grande mudança ocorrida nos anos 1960 em virtude da chamada matemática moderna, reconhecendo que a mesma influenciou positivamente o ensino secundário nos Estados Unidos, mas que não exerceu qualquer efeito – positivo ou negativo – no ensino de aritmética na escola primária daquele país porque o ensino elementar continuou se baseando, como antes da reforma, quase que exclusivamente na aritmética dos números inteiros, dos números fracionários e dos decimais sem grande preocupação com as aplicações deste tipo de Aritmética.

Na visão desse autor, na década de 1980 a escola haveria de envidar esforços no sentido de propiciar aos alunos uma matemática centrada na resolução

⁵ Especialista no ensino da Matemática, professor associado de Pedagogia na Universidade de Chicago – EUA. A escolha desse autor se deu porque ele propõe o ensino de Probabilidade desde a educação elementar.

de problemas e de caráter utilitário em decorrência da demanda social que se anunciava para aquele momento histórico. Naquela época, Max Bell já sugeria que o ensino de noções de Probabilidade fosse contemplado desde a educação elementar.

Lopes (1998), ao comparar currículos de alguns países acerca das propostas para o ensino de Probabilidade e Estatística, evidencia que na década de 1980 – época em que se deu grande parte das reformas curriculares – havia uma espécie de preocupação de se “promover a aquisição de competências básicas necessárias ao cidadão para que pudesse atuar no século XXI”, o que, em nosso entendimento, vem reforçar a idéia de que a relação escola e sociedade tem papel importante na tomada de decisões curriculares, constituindo-se num tópico importante a ser tratado na formação matemática inicial de professores de atuação multidisciplinar.

4.2 Influências das tendências curriculares e avaliações internacionais

Atualmente, de acordo com Loureiro (2004), a formação matemática que se pretende tem por horizonte uma agenda de orientações curriculares centrada numa série de pré-requisitos considerados necessários ao desenvolvimento dos alunos. Essa autora compartilha com muitos estudiosos no campo da educação matemática quanto à necessidade de a escola promover uma matemática que proporcione compreensão para mobilização de conceitos e procedimentos adequados para a solução de problemas do mundo real.

Nas diretrizes do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA), por exemplo, afirma-se que: no mundo real, as pessoas viajam, compram, cozinham, lidam com finanças pessoais, elaboram orçamento doméstico, fazem julgamentos

sobre fontes políticas, etc. Em tais situações, o uso de raciocínio quantitativo ou espacial ou outras competências matemáticas poderiam ajudá-las a esclarecer, formular ou resolver problemas (OECD, 2003, p. 24).

De acordo ainda com esse documento, espera-se que a escola promova condições para que os alunos desenvolvam conhecimentos para enfrentar o mundo contemporâneo, usando o que tem aprendido na escola e na vida na resolução de problemas reais, examinando sua capacidade para analisar, explicar seu raciocínio, e comunicar suas idéias matemáticas enquanto propõem, formulam, resolvem e interpretam problemas em uma variedade de situações (idem).

Estudos relativos à Probabilidade são, assim, propostos em orientações curriculares – desde as séries iniciais da Educação Básica – como um dos meios de a escola promover condições para que os alunos desenvolvam conhecimentos para lidar, dentre outras situações do mundo contemporâneo, com a chamada era da informação. Esta, fica evidenciada em boa parte das justificativas para a inclusão de conteúdos de Probabilidade no currículo escolar.

Em relação à era da informação, Castells (1999) entende que o progresso tecnológico permite que informações percorram o planeta em tempo real numa crescente intensidade e velocidade, dando maior suporte ao processo de globalização. Na visão desse autor, não obstante existirem sociedades excluídas que não compartilham dos bens produzidos em escala mundial, o processo de globalização tornou-se irreversível, provocando erosões nas fronteiras de estados nacionais. A era da informação possibilitou o estabelecimento de sociedades em rede em que o mundo do trabalho, instituições e organizações passaram por transformações, re-significando seus papéis na sociedade contemporânea.

Nessa perspectiva, autores de propostas curriculares para o ensino de Matemática apontam para estudos de conteúdos matemáticos que tenham como finalidade o tratamento de informações que se fazem presentes no cotidiano das pessoas. Ou seja, é a chamada era da informação demandando conhecimentos escolares para sua compreensão. Entretanto, essa é apenas uma das justificativas para o ensino de noções de Probabilidade no contexto escolar.

Outro fator ressaltado nas diretrizes do PISA para a inclusão de estudos relativos a noções de Probabilidade é o tratamento matemático para situações de incerteza com as quais as pessoas lidam diariamente.

De acordo com esse documento, os desenvolvimentos na ciência tornaram difícil até mesmo responder o que viria a ser a Matemática. Sob a perspectiva histórica, a Matemática foi, por muitos séculos, predominantemente a ciência dos números e da geometria concreta. Mas, com o avanço do conhecimento, a Matemática veio a integrar estudos de números, forma, transformações e relações.

No final do século XIX e início do XX, a questão do indeterminismo na ciência fez com que a Matemática passasse a lidar também com resultados prováveis em situações de acaso e incerteza. Os desenvolvimentos na ciência demandaram uma visão ampliada do conhecimento em que a matemática haveria de contemplar também aspectos não determinísticos. Entretanto, D'Ambrósio (1997) afirma que há uma enorme distância entre os desenvolvimentos da Ciência Matemática atual e a disciplina denominada Matemática que é ensinada nas escolas.

Segundo o quadro teórico do PISA, situações de incerteza que se fazem presentes na vida diária das pessoas precisariam ser compreendidas por meio de tratamento matemático e, nessa perspectiva, são sugeridos estudos de

Probabilidade no contexto escolar. Nesse viés, estudos relativos a noções de Probabilidade podem contribuir também para a alteração da imagem social da Matemática que é tida quase que exclusivamente como uma ciência exata, pronta e acabada o que se opõe à idéia de processual, dinamismo e complexidade que caracterizam a vida, na qual a Matemática é parte integrante.

4.3 Noções de Probabilidade nas séries iniciais

No Brasil, a inclusão de um bloco de conteúdos matemáticos referente ao Tratamento da Informação tem forte influência de propostas curriculares de outros países em que estudos relativos a noções de Probabilidade são sugeridos para o ensino nos anos iniciais da escolarização com objetivos, conteúdos e procedimentos, por vezes, diferenciados.

Nos EUA, Inglaterra e Portugal, por exemplo, estudos relativos a noções de Probabilidade são propostos juntamente com estudos de noções de Estatística, desde as séries iniciais. De acordo com Ponte e Fonseca (2001), ao analisarem os currículos para o ensino de Matemática nesses três países, as propostas curriculares norte americanas são mais enfáticas em relação a objetivos para o ensino de noções de Probabilidade no início da escolarização.

Segundo esses autores, o *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM), que tem forte influência no ensino de Matemática nos EUA, no que se refere a probabilidades para o nível de escolaridade em que alunos se encontram na faixa etária de 7 e 8 anos de idade, indica como objetivos a compreensão de noções básicas sobre resultados de acontecimentos (certo, impossível, mais provável, mais freqüente). Essa faixa etária em que se encontram estudantes americanos

corresponde à faixa etária de alunos que estão no 1º ciclo do Ensino Fundamental no Brasil.

No estágio seguinte, quando alunos se encontram num nível escolar em que a faixa etária varia de 9 a 10 anos, o NCTM - no que se refere ao conceito de probabilidade - tem como objetivo que os alunos adquiram um vocabulário básico para falar a respeito desse conceito matemático e comecem a situar as probabilidades de acontecimentos numa escala de 0 a 1.

Vale ressaltar que, nos EUA, a inclusão de estudos relativos a noções de Probabilidade, desde a educação elementar, já havia sido proposta por Max Bell (1979) quando de suas reflexões sobre conteúdos matemáticos considerados necessários à formação de alunos para a década de 1980. Na visão desse autor, alguns mecanismos e conceitos poderiam ser ensinados com êxito desde o primeiro ano de escolaridade, prosseguindo ulteriormente o seu estudo, de maneira mais aprofundada.

Ao que tudo indica, tendências em educação matemática em nível internacional e pesquisas nacionais norteiam, em certa medida, os autores dos Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática quando propõem um bloco de conteúdos matemáticos referente ao Tratamento da Informação que é composto por estudos relativos a noções de Probabilidade, Combinatória e Estatística. No entendimento dos autores dos PCN, o conhecimento de noções desses tópicos matemáticos daria condições para que os alunos viessem, dentre outros objetivos, interpretar dados e analisá-los criticamente.

Entretanto, ao analisarmos os PCN de MATEMÁTICA, verificamos a necessidade desses conteúdos serem melhor estudados na formação matemática daqueles professores que irão ensiná-los.

Na tentativa de identificarmos conceitos, idéias e procedimentos matemáticos a serem mobilizados em estudos relativos a noções de Probabilidade para a formação matemática de professores de atuação multidisciplinar, recorreremos a proposições que são feitas nos PCN de Matemática no que diz respeito a objetivos, conteúdos conceituais e procedimentais para o ensino da Matemática nas séries iniciais.

Observamos que, em relação ao Tratamento da Informação no 1º ciclo – correspondente à 1ª e 2ª séries –, o conhecimento referente a noções de Probabilidade é pouco evidenciado quando comparado ao conhecimento acerca de noções de Estatística.

Essa situação muda um pouco no 2º ciclo – correspondente a 3ª e 4ª séries –, uma vez que dentre os 16 objetivos do ensino da Matemática para esse nível de escolaridade, identificamos apenas um que está diretamente relacionado a estudos relativos a noções de Probabilidade, qual seja:

- Identificar características de acontecimentos previsíveis ou aleatórios a partir de situações-problema, utilizando recursos estatísticos e probabilísticos.

Quanto aos conteúdos conceituais e procedimentais, são feitas as seguintes proposições:

- Coleta, organização e descrição de dados.
- Leitura e interpretação de dados apresentados de maneira organizada (por meio de listas, tabelas, diagramas e gráficos) e construção dessas representações.

- Interpretação de dados apresentados por meio de tabelas e gráficos, para identificação de características previsíveis ou aleatórias de acontecimentos.
- Produção de textos escritos, a partir da interpretação de gráficos e tabelas, construção de gráficos e tabelas com base em informações contidas em textos jornalísticos, científicos ou outros.
- Obtenção e interpretação de média aritmética.
- Exploração da idéia de probabilidade em situações-problema simples, identificando sucessos possíveis, sucessos seguros e as situações de “sorte”.
- Utilização de informações dadas para avaliar probabilidades.
- Identificação das possíveis maneiras de combinar elementos de uma coleção e de contabilizá-las usando estratégias pessoais (BRASIL, 1997, 90-91).

Não obstante os autores dos PCN reconhecerem que estudos relativos a noções de Probabilidade possam contribuir para a construção de conhecimentos com vistas ao tratamento de informações que se fazem presentes no cotidiano das pessoas, o que se observa nas proposições dos objetivos para o ensino da Matemática nas séries iniciais, bem como em relação aos conteúdos conceituais e procedimentais em relação ao Tratamento do Informação, é a predominância de referências ao conhecimento de noções de Estatística.

Do nosso ponto de vista, os autores dos PCN de Matemática, para as séries iniciais (1º e 2º ciclo), criam uma espécie de expectativa sobre possíveis abordagens acerca de noções de Probabilidade ao apontarem a finalidade que se pretende com o ensino desse conteúdo matemático. Quando aqueles autores se

referem a termos como aleatório, provável, acaso e incerteza, cria-se expectativa de que naquele documento sejam contemplados conteúdos conceituais e procedimentais voltados para a compreensão desses termos, mesmo que de forma intuitiva. Entretanto, o que se observa é um descompasso entre a finalidade e os meios para sua efetivação.

A comparação entre propostas curriculares para o ensino de noções de Probabilidade nas séries iniciais em diversos países revela a existência de objetivos e conteúdos diferenciados. Todavia, segundo Lopes (1998), o que fica evidenciado em muitas propostas é a ruptura com o determinismo e a linearidade, predominantes nos currículos de Matemática, justificando assim o estudo dessas noções no Ensino Fundamental. No entendimento dessa autora, os currículos internacionais estão enfatizando o desenvolvimento da criticidade do aluno ao considerar a importância de se trabalhar com a análise de dados e a necessidade de relacionar o trabalho de Matemática com observações do mundo real.

Os resultados de pesquisas de Lopes (1998, 2003) apontam para a potencialidade de se trabalhar noções de Probabilidade e Estatística desde a Educação Infantil. Essa autora assume a denominação de Estocástica para se referir ao ensino de Probabilidade e Estatística integradamente. Para ela, o objetivo de estudar Probabilidade e Estatística pode ir além do caráter utilitário ou de servir como pré-requisito para estudos futuros. Em seu entendimento, as contribuições do estudo de noções desses tópicos são muito mais amplas, podendo concorrer para a formação do aluno no sentido de desenvolver sua capacidade crítica e a autonomia para que exerça plenamente sua cidadania.

De acordo com Lopes (1998), o estudo de “estocástica” poderia ser iniciado na 1ª série do Ensino Fundamental, em que seria explorado situações de

observações, trabalhando-se intuitivamente os conceitos probabilísticos e as idéias estatísticas. Segundo essa autora, o estudo dessas noções, desde as séries iniciais da escolarização, pode se tornar um dos meios para a construção de um pensamento não determinístico. Em seu entendimento,

a Combinatória, a Probabilidade e a Estatística inter-relacionam-se, proporcionando uma filosofia do azar de grande alcance para a compreensão do mundo atual e capacitam pessoas a enfrentarem tomada de decisões, quando somente dispõem de dados afetados pela incerteza, situações comuns em nosso cotidiano (LOPES, 2003, p. 77).

Lopes (1998, 2003) entende que a inclusão de noções de Probabilidade, desde as séries iniciais do Ensino Fundamental, pode se tornar um dos meios para a construção de um pensamento não determinístico. Essa autora considera que a Estatística e Probabilidade poderiam ser temas explorados através da matematização. Ela se apoia nas idéias de Skovsmose (1994, p. 63) para o qual “matematizar significa formular, sistematizar e fazer julgamentos sobre os caminhos de compreensão da realidade, e, portanto esta atividade pode estar integrada ao processo de aprendizagem”. No entendimento de Lopes (2003, p. 68)

essa perspectiva dá aos alunos condições de produzirem conclusões lógicas sobre o conhecimento matemático, utilizarem modelos, fatos conhecidos, propriedades e relações que expliquem seus pensamentos, justificarem suas respostas e seus processos de resolução, usarem regularidades e relações com o objetivo de analisarem situações matemáticas, perceberem e acreditarem que a Matemática tenha um significado, como conhecimento produzido pela necessidade humana.

4.4 Considerações com vistas à proposições

A Probabilidade na matemática escolar é justificada por diversos fatores, dependendo do que se pretende alcançar junto aos alunos. A inclusão de estudos

relativos a noções desse tópico da Matemática desde as séries iniciais segue, em certa medida, tendências no campo da educação matemática.

Espera-se que a escola contemporânea promova condições para que os alunos desenvolvam conhecimentos que os capacitem a lidar com os diversos tipos de situações que lhes são apresentadas e que vivenciam diariamente. Neste capítulo, verificamos que dentre os objetivos que são colocados para estudos relativos a Teoria das Probabilidades no contexto escolar tem-se:

- a) desenvolver a criticidade do aluno;
- b) lidar com a chamada era da informação;
- c) tratar matematicamente situações de acaso e incerteza com as quais as pessoas convivem diariamente;
- d) contemplar os desenvolvimentos da ciência;
- e) romper com o determinismo e a linearidade, predominantes nos currículos de Matemática;
- f) contribuir para a alteração da imagem social da Matemática que é tida como ciência pronta e acabada.

No caso de estudos relativos a noções de Probabilidade desde as séries iniciais da escolarização, também constatamos objetivos variados, dentre os quais:

- a) compreender noções básicas sobre resultados de acontecimentos (certo, possível, mais provável, mais freqüente);
- b) adquirir um vocabulário básico para falar a respeito desse conceito matemático e começar a situar as probabilidades de acontecimentos numa escala de 0 a 1;
- c) identificar características de acontecimentos previsíveis ou aleatórios a partir de situação-problema;

- d) contribuir para desenvolver a capacidade crítica e autonomia do aluno para que exerça plenamente a cidadania;
- e) contribuir para a construção de um pensamento não determinístico;

De acordo com Lopes (1998), existe a necessidade de se repensar o ensino de Estatística e Probabilidade na formação de professores. Ela questiona sobre que considerações seriam necessárias e quais posturas seriam adotadas pelo professor em sua prática.

Frente a essas proposições e indicativos teóricos para estudos de noções de Probabilidade nas séries iniciais do Ensino Fundamental, associados às proposições acerca do conhecimento matemático que os professores deveriam desenvolver, procuramos investigar estudos e pesquisas que versam sobre conhecimentos referentes à Noções de Probabilidade a fim de identificarmos indicativos de tópicos que deveriam ser ensinados em uma disciplina de Matemática para formação de professores de atuação multidisciplinar nas séries iniciais, com vistas a uma formação para o ensino desse conteúdo.

5 NOÇÕES BÁSICAS PARA ESTUDOS DE PROBABILIDADE

Neste capítulo, fazemos proposições de tópicos que julgamos essenciais à formação matemática inicial de professores de atuação multidisciplinar no que diz respeito a estudos relativos a noções de Probabilidade. São indicativos que procuram levar em consideração o caráter generalista (SERRAZINA, 2002) ou polivalente (CURI, 2004) desses professores, ou seja, o fato de que eles têm a seu encargo a tarefa de ensinar várias disciplinas; o tempo destinado à formação matemática nos cursos normais superiores e; a preparação matemática dos candidatos a professores de atuação multidisciplinar.

A recente inclusão de estudos relativos a noções de Probabilidade, desde as séries iniciais do Ensino Fundamental, requer que os professores de atuação multidisciplinar desenvolvam conhecimentos a respeito desse conteúdo com vistas ao seu ensino. Existe a expectativa de que esses professores desenvolvam compreensão profunda dos conteúdos que irão ensinar.

Nas diretrizes curriculares nacionais para a formação de professores da educação básica é sugerido a superação de abordagens infantilizadas dos conteúdos na formação inicial dos professores de atuação multidisciplinar, fazendo-se necessário que esses professores tenham acesso a uma formação inicial que lhes possibilite ampliar, reestruturar e aprofundar conhecimentos sobre os conteúdos que se constituem em objeto de ensino.

Ao se esperar que os professores de atuação multidisciplinar compreendam profundamente o que ensinam, faz-se necessário, entre outros conhecimentos, que eles conheçam termos, conceitos, idéias, definições e procedimentos básicos que são mobilizados nos conteúdos a serem ensinados.

No caso de estudos relativos a noções de Probabilidade, apontamos tópicos que julgamos essenciais e que precisariam ser esclarecidos e conhecidos pelos professores que irão atuar nas séries iniciais do Ensino Fundamental. Entretanto, temos consciência do baixo desempenho matemático de muitos dos futuros professores de atuação multidisciplinar ao ingressarem nos cursos de formação inicial e do tempo reduzido destinado à sua formação matemática, fatores que devem ser considerados quando da abordagem desses tópicos.

5.1 Perspectivas sobre lugares e papéis da Probabilidade

Um dos tópicos que julgamos necessário à preparação matemática inicial de professores de atuação multidisciplinar no tocante a estudos relativos a noções de Probabilidade, e que indicamos para ser abordado nos cursos de formação, diz respeito a lugares e papéis da Probabilidade no contexto da ciência Matemática.

O conhecimento matemático tem sido construído pela humanidade frente a situações-problema, sejam estas do contexto intrínseco da Matemática ou não. Os professores que ensinam Matemática, ao assumirem-se como mediadores dos saberes produzidos na ciência Matemática e aqueles que devem ser desenvolvidos na Matemática escolar, deveriam ter conhecimentos a respeito do cenário que possibilitou a emergência dos conteúdos matemáticos que se constituem em objeto de ensino, compreendendo o papel que determinado conteúdo representa na trajetória da ciência de referência.

Nessa concepção, sugerimos que na formação matemática inicial de professores de atuação multidisciplinar seja abordado tema que verse sobre lugares e papéis da Probabilidade no contexto da ciência Matemática, por entendermos que

a compreensão desse aspecto contribui para viabilizar a **conectividade** que os professores deveriam fazer entre idéias, conceitos e procedimentos de um conteúdo matemático com outros dessa ciência. Além de contribuir para tornar viável a conectividade, essa temática cria um campo de emergência para o desenvolvimento de **múltiplas perspectivas** e **idéias básicas** sobre noções de probabilidade. De acordo com Ma (apud VELOSO, 2004), essas características integram o Conhecimento Profundo da Matemática Elementar que os professores deveriam desenvolver.

No caso do papel do estudo de probabilidades no contexto da Matemática, existem autores que compartilham semelhantes entendimentos acerca do mesmo. Garding (1997), por exemplo, concebe a teoria da probabilidade como um modelo matemático do acaso. Do nosso ponto de vista, a concepção de Garding segue a mesma linha da de Lahanier-Reuter (1998) para quem o acaso, em Matemática, encontra-se relacionado à modelização de certos fenômenos aleatórios desde o final do século XVII e está, conseqüentemente, presente no cálculo de probabilidades e na estatística, quando esta se coloca o problema de inferência.

Segundo Lahanier-Reuter (1998), o conceito de acaso é variável e depende das situações em que é utilizado. No entendimento dessa autora, a noção de acaso utilizada por Pascal não é a mesma que é mobilizada por Laplace. Enquanto o primeiro tenta capturar o acaso através de uma teoria de *igualdades*, o segundo utiliza esse conceito como *irregularidade*.

Para fazer a distinção entre as concepções de acaso utilizado em Matemática, Lahanier-Reuter (1998) distingue diferentes quadros (algébrico, analítico, etc) nos quais as ferramentas matemáticas são utilizadas para modelar situações. Ela aponta, por exemplo, para o quadro da combinatória e das técnicas

de permutações de números que constituem os trabalhos de Fermat e Pascal, na metade do século XVII. Nesses trabalhos tem-se a noção de acaso como algo definido convencionalmente e os efeitos possíveis de intervenção do acaso são em número finito e podem ser inteiramente descritos. É o caso das medidas de probabilidades e chances encontradas nos jogos de azar.

De acordo com Lahanier-Reuter (1998), a concepção de acaso foi se adequando conforme as situações eram apresentadas. A mais recente concepção de acaso no campo da Matemática data da década de 1960. As ferramentas matemáticas e o quadro teórico são desta vez oriundos da teoria da informação.

Na concepção de Théo Kahan (1996), a origem do cálculo de probabilidades, formulado por Pascal, foi um empreendimento audaz, pois tratou de submeter à análise os acontecimentos que se relacionam ao acaso e que parecem, por isso mesmo, escapar de todo cálculo. Ele entende que Pascal domesticou o acaso. Entretanto, a explicação da natureza formulada por Galileu, Descartes e Newton iria tomar uma via totalmente distinta.

Sem se preocuparem com o acaso e por sua intervenção nos acontecimentos naturais, sábios e matemáticos se dedicaram a edificação de uma dinâmica determinista que tratava pouco a pouco de abarcar o conjunto dos fenômenos naturais (KAHAN, 1996 p. 449).

Segundo esse autor, foi somente na segunda metade do século XIX, com o advento da teoria cinética da matéria, que os notáveis trabalhos de Maxwell, Gibbs e Boltzmann abriram a porta ao acaso. Mas este acaso era um acaso da ignorância, um sucedâneo que se tratava de reduzir a leis dinâmicas subjacentes, ou seja, a um esquema determinista.

De acordo com Geymonant e Giorello (1989), um processo é determinista se todo o seu passado e todo o seu futuro forem univocamente determinados pelo seu estado atual. Eles tomam como exemplo a mecânica clássica, na qual estuda-se

o movimento de um sistema de pontos materiais cujo passado e futuro são univocamente definidos pela posição e velocidade no instante t_0 de qualquer ponto do sistema. Segundo esses autores, na mecânica quântica, pelo contrário, estuda-se uma situação bastante mais complicada em que o conhecimento do instante t_0 apenas determina a probabilidade de, num instante sucessivo, o sistema estar num determinado subconjunto de M (M é o conjunto de todos os estados possíveis).

No final do século XIX e início do século XX, o desenvolvimento do cálculo de probabilidades tomou grande impulso devido a estudos no campo da Química, da Biologia e, principalmente, da Física que demandaram modelos matemáticos capazes de lhes dar suporte. Entretanto, a Matemática não se fez presente apenas como apoio através de um arsenal de técnicas que foram sendo desenvolvidas à medida em que novos estudos eram realizados. Nas reflexões de Theo Kahan (1996), ao se referir à Física e à Matemática, existe uma relação de implicação mútua entre essas duas ciências.

Como se pode notar, ao tratarmos de perspectivas sobre lugares e papéis da Probabilidade no contexto da ciência Matemática como um tópico a ser abordado na formação matemática inicial de professores de atuação multidisciplinar, percebemos a existência de conceitos, idéias, definições, procedimentos e aspectos históricos que envolvem o estudo de Probabilidade que precisariam ser compreendidos pelos professores que irão lidar com esse assunto.

Numa primeira investida acerca de estudos relativos a noções de Probabilidade, haveria de se propiciar aos futuros professores de atuação multidisciplinar condições para que compreendessem o que vem a ser:

- a) modelo matemático;
- b) acaso e incerteza em Matemática;

c) teoria das probabilidades como modelo do acaso e incerteza.

Os futuros professores de atuação multidisciplinar deveriam compreender, por exemplo, que o acaso em Matemática ocorre dentro de um intervalo, ou seja, dentro de um espaço amostral que, segundo Coutinho (1994), "é um conjunto de resultados possíveis de uma experiência aleatória". Nesse caso, idéias de espaço amostral e intervalo também precisariam ser compreendidas pelo futuro professor.

Temos consciência que muitos conceitos matemáticos não são fáceis de serem compreendidos. De acordo com Garding (1997, p. 271), "os conceitos de espaço de probabilidade é uma axiomatização radical da nossa idéia intuitiva de probabilidades". Esse autor reconhece que do ponto de vista puramente matemático os espaços finitos de probabilidade podem parecer indevidamente triviais, mas reconhece que "eles se tornam brinquedos maravilhosos que possibilitam a introdução de variáveis aleatórias e os seus valores de esperança".

Ou seja, no decorrer de estudos relativos a qualquer assunto surgem vários termos que os futuros professores precisam conhecer com compreensão. Silva (2002), por exemplo, sinaliza para noções que considera preliminares no estudo da Teoria das Probabilidades tais como:

- a) tipos de experimentos (aleatório e determinístico);
- b) as características de um experimento aleatório;
- c) a noção de acaso;
- d) espaço amostral;
- e) evento;
- f) tipos de evento: elementares, certos, impossíveis, complementares e mutuamente exclusivos;
- g) tipos de espaço amostral;

Concordamos com esse autor sobre essas noções preliminares, mas é preciso que os futuros professores de atuação multidisciplinar tenham claro a idéia do que representa a Teoria das Probabilidades no contexto da ciência Matemática. Para nós, a questão do **determinismo** e **indeterminismo** na ciência torna-se um tópico de fundamental importância a ser tratado na formação matemática inicial desses professores por possibilitar uma compreensão mais ampliada desse conteúdo matemático.

A questão da certeza e da verdade absoluta atribuída por muito tempo à ciência, incluída aí a Matemática, continua se perpetuando na escola contribuindo para uma visão determinista de mundo. De acordo com Lopes (2003), da mesma forma que o determinismo predominou na ciência e nas Matemáticas, observa-se que esse caráter ainda se faz presente nos encaminhamentos da Matemática escolar, o que, segundo essa autora, contribui para provocar uma carência conceitual na formação das pessoas no que diz respeito à compreensão das incertezas e suas possibilidades de tratamento matemático.

Determinismo e indeterminismo na ciência é uma questão de cunho filosófico que precisa ser estudada e compreendida pelos futuros professores, pois em sua gênese reside boa parte do que se pretende atualmente da matemática escolar no que diz respeito a uma formação que contribua para a autonomia e cidadania dos alunos, em que são propostos estudos relativos a noções de Probabilidade desde as séries iniciais do Ensino Fundamental.

5.2 Aspecto intuitivo de noções de probabilidade

Outro aspecto que consideramos necessário à formação matemática inicial dos professores de atuação multidisciplinar, em relação a noções de Probabilidade, diz respeito a aspectos intuitivos com os quais as pessoas lidam diariamente e que poderiam se tornar um meio para se iniciar abordagens desse conteúdo matemático.

O principal objetivo atribuído pelos PCN a estudos relativos a noções de Probabilidade, nas séries iniciais, é a de que o aluno compreenda que grande parte dos acontecimentos que ocorrem em sua volta são de natureza aleatória e que podem receber tratamento matemático. Afirma-se, ainda, que noções de acaso e incerteza, que se manifestam intuitivamente, podem ser exploradas na escola por meio de experimentos e observações de eventos em espaços equiprováveis (BRASIL, 1997).

Associar probabilidade a noções de acaso, incerteza e aleatório, tem sido a forma predominante de se iniciar esse assunto. Coutinho (1994) afirma que a noção de acaso data da História Antiga, tendo sua origem ligada aos jogos de azar, notadamente na civilização egípcia, aproximadamente a 3500 anos a.C., provavelmente com aspecto lúdico. Entretanto, o desenvolvimento das idéias que formam a base da teoria da probabilidade ocorreu bem mais tarde.

No entendimento de Garding (1997, p. 268), a palavra probabilidade relaciona-se com a investigação da verdade. Segundo esse autor, vivemos num mundo cheio de incertezas que tentamos dominar fazendo conjecturas sobre o verdadeiro estado das coisas e sobre o futuro. Ele acredita que este processo é uma parte importante da nossa análise do mundo que nos rodeia.

Na concepção desse autor, as situações geralmente são classificadas como absolutamente perigosas ou absolutamente inofensivas, e o perigo tende a ser evitado. Para ele, em nossas vidas precisamos manter grandes margens de segurança, acreditando – muitas vezes – que depois de duas ou três experiências semelhantes do mesmo fenômeno, este sempre ocorre da mesma maneira.

Bruno de Finetti (1989), ao se reportar à Probabilidade, afirma que quando propomos uma pergunta sem ambigüidades para que as pessoas respondam, as respostas podem variar do *sim* ao *não* e que, entre esses dois pólos, existe o *talvez* que depende do grau de conhecimentos daquele que responde. Esse autor, refere-se à lógica objetivista que tenta capturar os fenômenos e experimentos em apenas dois pólos: o verdadeiro (*sim*) e o falso (*não*). Entretanto, em seu entendimento, a existência do *talvez* leva a se considerar o aspecto provável dos fatos, fenômenos e experimentos. Daí, sua concepção de que esse tópico matemático se situe no âmbito da subjetividade, preferindo, inclusive, a utilização do advérbio *provavelmente* ao invés do substantivo *probabilidade*.

Essas considerações iniciais servem como indicativos para se abordar um conteúdo matemático sem precisar recorrer de imediato a utilização de definições, fórmulas e regras. Mostramos na seção 2.2 resultados de pesquisas americanas que revelam que muitos dos professores e futuros professores que ensinam Matemática não conhecem os conteúdos que ensinam sob outras formas de abordagem e perspectivas que não aquelas das representações simbólicas convencionais que geralmente são utilizadas no tratamento da resolução de problemas e que constituem os algoritmos.

Apresentar estudos relativos a noções de Probabilidade a partir de noções intuitivas pode se constituir numa das maneiras de se abordar, inicialmente, esse tópico da Matemática. Vivemos num país em que:

- a) o futebol predomina nos esportes;
- b) loterias são realizadas quase que diariamente; e
- c) eleições acontecem de dois em dois anos.

Existe uma série de eventos em que a incerteza e o provável se fazem presentes. Tais situações poderiam ser exploradas na formação matemática inicial de professores de atuação multidisciplinar como meio de propiciar condições para mostrar que um tratamento matemático poderia auxiliar na compreensão mais ampliada das mesmas.

Entretanto, alguns autores alertam para a exploração de aspectos intuitivos nos encaminhamentos para o ensino formal de probabilidade. Na concepção de Dias, citada por Carvalho (2004), “as noções informais e intuitivas que as pessoas trazem para a sala de aula sobre probabilidade muitas vezes estão em desacordo com o que queremos ensinar”. Segundo essa autora, sem a promoção de uma instrução formal, parece haver a tendência de as pessoas construírem certas idéias equivocadas a respeito de probabilidade porque as intuições primárias a respeito de eventos aleatórios contradizem e são muito resistentes ao conceito científico (DIAS apud CARVALHO, 2004, p. 2).

Do nosso ponto de vista, a discussão desse aspecto intuitivo das noções de Probabilidade deve se constituir num tópico necessário à formação matemática inicial de professores de atuação multidisciplinar por possibilitar entendimentos acerca de assuntos que consideramos igualmente importantes para a compreensão de noções de Probabilidade, tais como:

- a) que fatos, fenômenos e eventos que ocorrem diariamente são passíveis de experimentos matemáticos por meio de matematização;
- b) que jogos de azar serviram e servem como inspiração para modelização matemática;
- c) que soluções para determinados problemas podem ser obtidas por meio de conjecturas em que se faz levantamento de hipóteses e aproximações.

Os futuros professores deveriam ser convidados à experiência matemática por meio de situações didáticas que lhes possibilitassem fazer prognósticos probabilísticos sobre determinados experimentos, em que os resultados poderiam ser antecipados através de conjecturas. Segundo Serrazina (2002, p. 7), "a maneira como os futuros professores são envolvidos na atividade matemática durante a formação é determinante na forma como virão a trabalhar a matemática com os seus alunos".

A experiência matemática serviria para que o professor percebesse e compreendesse os limites de suas noções intuitivas e a existência de noções fundamentais que envolvem o estudo de probabilidades. Seria uma forma de propiciar ao futuro professor de atuação multidisciplinar condições para uma compreensão profunda da matemática que, de acordo com Ball (apud Serrazina 2001, p.11), não se limitasse a um conhecimento tácito do tipo saber fazer, mas se traduzisse num conhecimento explícito que envolve a capacidade de conversar sobre a matemática, não apenas descrevendo os passos para seguir um algoritmo, mas também explicitando os juízos feitos e os significados e razões para certas relações e procedimentos.

5.3 Modelos matemáticos para cálculo de Probabilidade

Com base no conhecimento profundo dos conteúdos que se constituem em objeto de ensino, consideramos igualmente necessário que os professores de atuação multidisciplinar conheçam os principais modelos matemáticos para o cálculo de probabilidade, uma vez que os modelos se constituem na formalização de noções intuitivas.

De acordo com Max Bell (1979, p. 309), "as situações do mundo real são quase sempre complexas e, portanto, devemos ter em vista a simplificação, a abstração e representação por meio de símbolos matemáticos". O conhecimento das representações simbólicas dos conceitos e definições matemáticas devem fazer parte do conhecimento matemático do professor (BALL e BASS, 2003).

De acordo com os PCN, atualmente a Matemática se transformou na ciência que estuda todas as possíveis relações e interdependências quantitativas entre grandezas, comportando um vasto campo de teorias, modelos e procedimentos de análise, metodologias próprias de pesquisa, formas de coletar e interpretar dados (BRASIL, 1997, p. 28).

Os modelos matemáticos são formas explicativas para determinadas situações, tanto do contexto intrínseco da Matemática ou não. Como regras, fórmulas e definições não são descoladas de um contexto, elas precisam ser justificadas para que sejam compreendidas mais ampliadamente.

Vimos que a noção de acaso data da História Antiga, tendo sua origem vinculada aos jogos de azar. De acordo com Silva (2002, p. 34-35), houve uma grande demora até que ligações entre os jogos de azar e a Matemática fossem notadas. Esse autor aponta para três fatores principais:

- os primeiros dados não possuíam um balanceamento perfeito: isso impedia que fosse percebida alguma regularidade dos eventos possíveis;
- o fato de que as idéias de *acaso* e *indeterminismo* foram estranhas ao raciocínio humano durante muitos séculos;
- os acontecimentos terrenos eram dirigidos por 'Deus' ou pelos deuses: assim, se o resultado do lançamento de um dado era este ou aquele, isto era simplesmente a manifestação da(s) vontade(s) divina(s).

Os primeiros estudos dedicados ao cálculo de probabilidade foram iniciados por Jerome Cardano (1547), sendo desenvolvidos posteriormente por Pascal e Fermat (1654), Jacques Bernoulli (1713), Laplace (1825) até os estudos de Kolmogorov (1933) que é tido como responsável pela Teoria das Probabilidades numa perspectiva axiomática. Na trajetória do desenvolvimento de conhecimentos sistemáticos de probabilidade, identifica-se múltiplas perspectivas nas abordagens teóricas e nos modelos matemáticos explicativos para fenômenos e experimentos aleatórios, servindo para mostrar a relação da Matemática com o acaso e os obstáculos epistemológicos que se fizeram presentes no percurso desse desenvolvimento (COUTINHO, 1994).

Dentre os enfoques dados ao estudo de probabilidades, o clássico e o frequentista têm sido os mais apontados para abordagem na escola. São modelos diferenciados que visam o tratamento matemático de eventos, fatos e fenômenos aleatórios. Silva (2002) considera tanto o enfoque clássico quanto o frequentista como preliminares no estudo da Teoria das Probabilidades.

5.3.1 Definição clássica

No que diz respeito à origem da Teoria das Probabilidades, mesmo que Cardano tenha sido o primeiro a se dedicar a escritos sistemáticos sobre cálculos probabilísticos, Lopes (1998) afirma que muitos autores atribuem a origem dessa teoria às correspondências trocadas entre Pascal e Fermat em que falavam do objetivo de se obter solução dos problemas de jogos de azar propostos em 1653.

De acordo com Coutinho (1994), na carta de 29 de julho de 1654 destinada a Fermat, Pascal descreveu a famosa fórmula da probabilidade de um evento A ocorrer:

$$P(A) = \frac{\text{total de casos favoráveis}}{\text{total de casos possíveis}}$$

Nessa carta, Pascal expõe seu método de resolução para o **problema das partes**, propostas por Chevalier de Meré, homem de letras e filósofo (1607-1684), cujo enunciado, em sua forma mais geral, trata do problema da **divisão proporcional** de ganhos em um jogo que não chegou ao seu final (COUTINHO, 1994, p. 14-15). A fórmula descrita por Pascal seria retomada, quase dois séculos depois, por Pierre Simon Laplace (1825) e considerada como a definição clássica de probabilidade.

Em seu ensaio filosófico, Laplace (1825) considera que a Teoria das Probabilidades consiste em reduzir todos os acontecimentos do mesmo gênero a um certo número de casos igualmente possíveis, tais que estejamos igualmente seguros sobre sua existência, e em determinar o número de casos favoráveis ao

acontecimento cuja probabilidade é buscada. A **medida** dessa **probabilidade** seria a **razão** entre o número de casos favoráveis e o de todos os casos possíveis.

No entendimento de Coutinho (1994), os trabalhos desenvolvidos por Pierre Simon Laplace colocam a Probabilidade definitivamente no quadro matemático. Segundo essa autora, Laplace acreditava num determinismo absoluto e desenvolveu seu modelo matemático baseando-se em dez princípios dispostos em axiomas e definições, traduzindo sua visão 'pascaliana' (COUTINHO, 1994, p. 21).

Lopes (1998) afirma que o desenvolvimento de estudos relativos à probabilidade teve grande impulso em 1657, com a publicação do primeiro tratado formal sobre esse assunto que foi escrito pelo físico, geômetra e astrônomo holandês Christian Huygens. A esse estudo deve-se o conceito de esperança matemática de grande relevância para o Cálculo de Probabilidades e Estatística.

Nas diversas publicações que tratam de Probabilidade, **esperança matemática** é entendida como a média de uma função de uma variável aleatória sobre uma distribuição dessa variável. Correntemente, afirma-se que a função é a própria variável. Um exemplo de esperança matemática é a média aritmética simples. Quando se fala, por exemplo, que a esperança de vida do brasileiro gira em torno de 70 anos, quer dizer que 70 é a média que está situada num intervalo cuja variação depende do desvio padrão considerado.

Ao levarmos em consideração as orientações contidas nos PCN de Matemática, no que diz respeito a estudos relativos a noções de Probabilidades nas séries iniciais do Ensino Fundamental, a definição clássica de probabilidade pode ser considerada a mais apropriada para se trabalhar com experimentos aleatórios em espaços equiprováveis. Entretanto, o professor deve conhecer outros modelos

para o cálculo de probabilidades, possibilitando-lhe múltiplas perspectivas do conteúdo que irá ensinar.

5.3.2 Definição frequentista

Segundo Lopes (1998), no ano de 1713 foi publicado postumamente o primeiro livro inteiramente dedicado à Teoria das Probabilidades de autoria de Bernoulli (1654-1705), sendo que uma parte desse livro é dedicada à reedição do trabalho de Huygens sobre jogos de azar e a outra parte relaciona-se com permutações e combinações.

Jacques Bernoulli inicia uma visão frequentista de Probabilidade. Diferentemente de Fermat e Pascal para quem o cálculo de probabilidades se baseia em espaços igualmente prováveis, Bernoulli apoia seus cálculos na freqüência com que os fatos, eventos e experimentos ocorrem.

De acordo com Coutinho (2004, p. 3), "freqüência é o número de vezes que um valor aparece no domínio de uma classe". O conceito mobilizado no modelo matemático com enfoque frequentista de probabilidade é o de limite. Segundo essa autora, "probabilidade é definida como sendo o limite das freqüências relativas de um evento quanto temos um número de repetições tendendo ao infinito", ou seja,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} F_n = P(X)$$

O enfoque frequentista é apontado por Coutinho (1994, p. 9) como sendo mais adequado e vantajoso para o ensino dos primeiros conceitos de probabilidade,

uma vez que se pode utilizar experimentos ligados à realidade dos alunos, não precisando necessariamente estar limitado à hipótese de equiprobabilidade.

Do nosso ponto de vista, uma formação matemática inicial de professores de atuação multidisciplinar que pretenda promover o desenvolvimento de conhecimentos profundos da matemática elementar deveria possibilitar a compreensão conceitual de ambos os enfoques.

Os futuros professores deveriam compreender que na trajetória do desenvolvimento da Teoria das Probabilidades, a formulação de modelos matemáticos - modelização - constituiu-se em obstáculo constante. É preciso que eles conheçam modelos para o cálculo de probabilidades para que possam usá-los da maneira que acharem mais pertinente, na resolução de problemas que envolve situações de acaso e incerteza.

5.3.3 Idéias e conceitos matemáticos nos modelos clássico e frequentista

Ao sugerirmos a abordagem de modelos matemáticos para o cálculo de probabilidades na formação matemática inicial de professores de atuação multidisciplinar, é com a intenção de que os futuros professores compreendam o porquê daquelas regras, fórmulas e definições.

O que se observa em relação à Probabilidade – bem como em relação a outros conteúdos matemáticos – é que seu ensino está, geralmente, centrado em fórmulas e definições sem justificação plausível. Lopes (2003, p. 78) afirma que ao se tratar dessa maneira esse conteúdo matemático não se estaria possibilitando seu caráter estocástico, deixando-se de considerar as percepções aleatórias trazidas pelo azar.

De acordo com essa autora:

O desenvolvimento do pensamento probabilístico requer o reconhecimento de situações de acaso na vida cotidiana e no conhecimento científico, bem como, a formulação e comprovação de conjecturas sobre o comportamento de fenômenos aleatórios simples e a planificação e realização de experiências nas quais se estude o comportamento de fatos que abarquem o azar. A partir dessas considerações, pode-se organizar situações didáticas que envolvam a observação de experimentos, com seus respectivos registros e análises, possibilitando a integração entre a Probabilidade e a Estatística. Nessa conjunção é que se terá o desenvolvimento do raciocínio estocástico (LOPES, 2003, p.79).

O que se evidencia nos estudos de Lopes (2003) são os raciocínios mobilizados quando da apresentação de conteúdos como Probabilidade e Estatística que propiciam a elaboração do pensamento estocástico e não o uso de definições matemáticas descoladas de um contexto. Ela entende que:

O pensamento probabilístico sempre tem como referência realizações concretas da realidade, mas, nem por isso, previstas e pré-determinadas por um comportamento regular. Por isso, faz-se necessário conhecer suas particularidades, que estão em contraste com o raciocínio determinista. A elaboração do conhecimento probabilístico depende da experiência que a pessoa teve e de seu nível de implicação ativa nas situações vivenciadas em diferentes contextos (LOPES, 2003, p.82).

De acordo com Lopes (2003):

O ensino e a aprendizagem de Estocástica devem facilitar aos estudantes o entendimento de conceitos e palavras relacionadas à chance, incerteza e probabilidade, que aparecem em nossa vida, diariamente, particularmente, na mídia. Outras idéias importantes incluem a compreensão de que Probabilidade é uma medida de incerteza, que modelos são úteis para simular eventos para estimar probabilidades e que, algumas vezes, nossas intuições são incorretas e podem nos levar à conclusão errada daquilo que se refere à probabilidade e eventos de chance (LOPES, 2003, p.102).

Mesmo que o objetivo de estudos relativos a noções de Probabilidade nas séries iniciais do Ensino Fundamental não seja o lidar com fórmulas e regras matemáticas, os professores de atuação multidisciplinar nas séries iniciais devem conhecer modelos para o cálculo de probabilidades, identificando idéias e conceitos matemáticos que eles representam.

Eles precisam compreender que nos dois enfoques mostrados - Clássico e Frequentista - são mobilizadas idéias e conceitos de **razão, proporção, freqüência, intervalo, classe e limite**.

Conceitos de **razão** e **proporção** geralmente são conhecidos pelos futuros professores de atuação multidisciplinar quando ingressam nos cursos de formação (pelo menos em seu aspecto intuitivo). As relações parte-todo e parte-parte fazem-se presentes no enfoque clássico de probabilidade, evidenciando o raciocínio proporcional na estrutura do raciocínio probabilístico.

As idéias de **intervalo** (identificada quando sugerimos espaço amostral como uma das noções preliminares ao estudo de probabilidades), **classe** e **freqüência**, precisam ser compreendidas pelos futuros professores com vistas a clarificar a passagem do nível intuitivo para um nível formal quando tratadas matematicamente.

Quanto à idéia de **limite**, sabemos que seu aspecto formal - traduzido em tratamento matemático que envolve teoremas e demonstrações - é "difícil" até mesmo para os especialistas em Matemática. Evidentemente que o que se pretende trabalhar com os professores de atuação multidisciplinar são conceitos primitivos e a idéia intuitiva de limite que pode ser entendida como aproximação.

Essas idéias e conceitos matemáticos quando traduzidos em definições abrem possibilidades para uma série de tratamentos específicos dentro de cada sistema de representação simbólica.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS: ENTRE O ESSENCIAL E O PERIFÉRICO

A partir de inquietações que tínhamos sobre o conhecimento que os professores que ensinam Matemática deveriam ter dos conteúdos que se constituem em objeto de ensino, associado à nossa condição de formador de professores de atuação multidisciplinar, propusemos este trabalho de pesquisa na tentativa de encontrar indicativos com vistas a estudos relativos a noções de Probabilidade para a formação matemática inicial desses professores, uma vez que, no Brasil, esse conteúdo matemático é relativamente novo nas propostas curriculares para o ensino da Matemática nas séries iniciais do Ensino Fundamental, demandando conhecimentos dos professores que atuarão nessas séries.

Por um lado, vimos que em muitos países a questão da formação matemática de professores de atuação multidisciplinar vem sendo colocada em primeiro plano, por entender-se, entre outros motivos, que o conhecimento matemático que é promovido nas séries iniciais serve como base para a aprendizagem de estruturas mais complexas, requerendo dos professores que atuam nessas séries uma formação matemática sólida e flexível que possibilite conhecimentos para que possam ensinar *bem*.

Espera-se que na formação matemática inicial desses professores promova-se condições para o desenvolvimento de um conhecimento profundo dos conteúdos matemáticos que não se limite a um conhecimento tácito do tipo saber fazer, mas se traduza num conhecimento explícito que envolve a capacidade de conversar sobre a matemática, não apenas descrevendo os passos para seguir um algoritmo, mas também explicitando os juízos feitos e os significados e razões para certas relações e procedimentos.

Por outro lado, estudos e pesquisas confirmam o que observamos em nossa atuação docente. Em relação à preparação matemática de candidatos a futuros professores de atuação multidisciplinar, ao ingressarem nas instituições formadoras, tem-se que muitos deles explicitam um conhecimento matemático bastante frágil, mesmo em assuntos que são considerados correntes na Matemática elementar. Geralmente eles sabem *fazer*, mas não sabem o *porquê*.

No tocante à concepção que norteia grande parte dos formadores, no que diz respeito a conhecimentos matemáticos necessários para que os futuros professores de atuação multidisciplinar desenvolvam suas funções, parece existir uma concepção dominante de que esses professores não precisariam desenvolver conhecimentos profundos dos conteúdos matemáticos propostos para os anos iniciais da escolarização, bastando saber como ensiná-los. É o aspecto didático-pedagógico se sobrepondo ao conhecimento do conteúdo. Talvez, por esse motivo, o tempo destinado à formação matemática inicial desses professores nas instituições formadoras seja bastante reduzido.

Quanto aos objetivos que se pretende alcançar com estudos relativos a noções de Probabilidade, verificamos que existem diferentes perspectivas, dentre elas:

- desenvolver a criticidade do aluno;
- lidar com a chamada era da informação;
- tratar matematicamente situações de acaso e incerteza com as quais as pessoas convivem diariamente;
- contemplar os desenvolvimentos da ciência;
- romper com o determinismo e a linearidade, predominantes nos currículos de Matemática;

- contribuir para a alteração da imagem social da Matemática que é tida como ciência pronta e acabada.

Nas séries iniciais da escolarização, dentre os objetivos para estudos relativos a noções de Probabilidade, tem-se:

- compreender noções básicas sobre resultados de acontecimentos (certo, possível, mais provável, mais freqüente);
- adquirir um vocabulário básico para falar a respeito desse conceito matemático e comecem a situar as probabilidades de acontecimentos numa escala de 0 a 1;
- identificar características de acontecimentos previsíveis ou aleatórios a partir de situação-problema;
- contribuir para desenvolver a capacidade crítica e autonomia do aluno para que exerça plenamente a cidadania;
- contribuir para a construção de um pensamento não determinístico;

Com base nessas proposições e indicativos teóricos, procuramos pistas que nos possibilitassem responder que conhecimentos referentes a noções de Probabilidade deveriam ser ensinados numa disciplina de Matemática para formação de professores de atuação multidisciplinar, com vistas ao ensino desse conteúdo nas séries iniciais do Ensino Fundamental. Como resultado dessa investigação, sintetizamos aquilo que consideramos essencial a ser abordado:

- **Relação entre escola e sociedade**

É importante conhecer aspectos da relação entre escola e sociedade como forma de compreender motivos que levaram a inclusão de estudos relativos a noções de Probabilidade no currículo escolar. É preciso conhecer necessidades

requeridas pela sociedade contemporânea; tendências mundiais em Educação Matemática e influências de instituições e organizações que são responsáveis pela avaliação de desempenho estudantil como é o caso do PISA, por exemplo.

- **Lugares e papéis da Probabilidade na ciência Matemática**

Informações sobre o desenvolvimento da Teoria das Probabilidades no âmbito da ciência Matemática servem para contextualizar historicamente esse conteúdo matemático. De acordo com Serrazina (2002, p. 14), a formação de professores deve possibilitar condições para que os futuros professores desenvolvam perspectivas sobre a natureza da matemática, por meio de uma abordagem histórica e cultural.

Na contextualização histórica, mostra-se o cenário que possibilitou a emergência de um determinado conteúdo matemático, as noções, conceitos, definições e procedimentos matemáticos que foram mobilizados. É uma forma de compreender as razões que levaram os matemáticos a criarem modelos para determinadas situações, entendendo o conhecimento matemático como construção social frente a situações-problema.

É preciso saber em que situações é pertinente tratar de lugares e papéis do estudo de Probabilidade na Ciência Matemática. Nessa temática são utilizados conceitos e definições que precisariam ser compreendidos pelos futuros professores, tais como:

- modelo matemático;
- acaso e incerteza em Matemática;
- teoria das probabilidades como modelo do acaso e incerteza;
- determinismo e indeterminismo na ciência;

- tipos de experimentos (aleatório e determinístico);
- tipos de evento;
- espaço amostral.

- **Aspecto intuitivo de noções de probabilidade**

Constitui-se numa das formas de se abordar inicialmente esse tópico da Matemática sem precisar recorrer de imediato a utilização de definições, fórmulas e regras. Muitos dos professores e futuros professores que ensinam Matemática não conhecem os conteúdos que ensinam sob outras formas de abordagem e perspectivas que não aquelas das representações simbólicas que geralmente são utilizadas no tratamento da resolução de problemas e que fazem parte dos algoritmos.

Existe uma série de eventos em que a incerteza e o provável se fazem presentes e que pode ser explorada na formação matemática inicial de professores de atuação multidisciplinar como meio de propiciar condições para mostrar que um tratamento matemático pode auxiliar na compreensão mais ampliada das mesmas. Tem-se a possibilidade de estudar, por exemplo:

- jogos de azar como inspiração para modelização matemática;
- experimentos matemáticos e matematização;
- a conjectura como levantamento de hipóteses e aproximações.

São temas que podem auxiliar na compreensão de idéias e habilidades consideradas importantes no estudo de noções de Probabilidade. De acordo com Shulman (1987), os professores devem ter compreensão das estruturas da disciplina a ser ensinada e dos princípios de sua organização conceitual.

- **Modelos matemáticos para cálculo de probabilidades**

Na trajetória do desenvolvimento de conhecimentos sistemáticos de probabilidade, identifica-se múltiplas perspectivas nas abordagens teóricas e nos modelos matemáticos para o cálculo de probabilidades. O conhecimento das representações simbólicas dos conceitos e definições matemáticas devem fazer parte do conhecimento matemático do professor.

Dentre os enfoques dados ao estudo de probabilidades, o **clássico** e o **frequentista** têm sido os mais apontados para abordagem na escola. São modelos diferenciados que visam o tratamento matemático de eventos, fatos e fenômenos aleatórios que precisariam ser compreendidos pelos futuros professores de atuação multidisciplinar.

A abordagem de modelos matemáticos envolvidos nos estudos de noções de Probabilidade não está em contradição com o que vimos anunciando no decorrer deste trabalho. Pelo contrário, somos favoráveis que definições, fórmulas e regras sejam justificadas como tratamento mais econômico para se representar simbolicamente uma idéia ou conceito matemático.

Os tópicos que julgamos necessários para estudos relativos a noções de Probabilidade durante a formação matemática inicial de professores de atuação multidisciplinar não esgotam esse assunto. De acordo com Veloso (2004), o estudo de um tópico matemático não tem fim. Nessa perspectiva, é preciso identificar o que é essencial e o que é periférico na disciplina a ser ensinada (SHULMAN, 1987).

Evidentemente que os futuros professores de atuação multidisciplinar trazem uma bagagem cultural com conhecimentos prévios e concepções a respeito de noções de probabilidade que, por mais que estejam em desacordo com o que queremos ensinar, precisam ser conhecidas pelos formadores.

A partir desse estado de conhecimento, que pode se dar por meio de questionários, perguntas, arguições, em que se aprende com a fala do outro ouvindo seus argumentos e conjecturas, os formadores de professores deveriam convidar os futuros professores a experiências matemáticas através de situações didáticas. De acordo com Serrazina (2002), "a maneira como os futuros professores são envolvidos na atividade matemática durante a formação é determinante na forma como virão a trabalhar a matemática com os seus alunos".

São questões que precisam ser discutidas no âmbito das instituições formadoras de professores de atuação multidisciplinar, levando-se em consideração o baixo desempenho matemático que muitos dos futuros professores de atuação multidisciplinar têm ao ingressarem na instituição universitária, o tempo destinado à formação matemática e o fato de que esses professores têm ao seu encargo diversas disciplinas a ensinar.

Ao propormos esses indicativos com vistas a estudos de noções de Probabilidade na formação matemática inicial de professores de atuação multidisciplinar, visamos contribuir para o debate acerca dessa temática. Trata-se de um trabalho que, focalizando conhecimentos sobre um tópico específico da Matemática, almeja possibilitar um cenário acerca da questão que gira em torno da formação matemática de professores e dos conhecimentos que esses profissionais deveriam ter acerca dos conteúdos que são objetos de sua prática docente.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, Ana Lúcia. A adjetivação do professor: uma identidade perdida? In: VEIGA, I. P. A., AMARAL, A. L. (Org.). *Formação de professores: Políticas e debates*. Campinas, SP: Papirus, 2002. p. 131-154
- BALL, Deborah Loewenberg; BASS, Hyman (2003). Toward a practice-based theory of mathematical knowledge for teaching. In B. Davis & E. Simmt (Eds.), *Proceedings of the 2002 annual meeting of the Canadian Mathematics Education Study Group*, (pp. 3-14). Edmonton, AB; CMESG/GCEDM
- BELL, Max S. Dispensar um ensino utilitário da matemática. In: *PERSPECTIVA: Revista trimestral de Educação da UNESCO*, v. 9, n. 3, 1979.
- BERTRAND, Yves; VALOIS, Paul. *Paradigmas educacionais: escola e sociedades*. Tradução: Elizabete Pinheiro. Instituto Piaget, 1994
- BICUDO, Maria Aparecida Vigianni (Org.). *Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas*. São Paulo: Editora UNESP, 1999 (Seminários e debates).
- _____ (Org.). *Formação de professores? Da incerteza à compreensão*. São Paulo: Editora UNESP, 2003 (Seminários e debates).
- BORRALHO, António. *Estatística no 3º ciclo do ensino básico*. Lisboa: Associação de Professores de Matemática, 1993.
- BORRALHO A.; MONTEIRO, C.; ESPADEIRO, R. *A Matemática na formação do professor*. Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação, Secção de Educação Matemática, 2004.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE n. 9/2001. *Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena*. Brasília, 18 jan. 2002.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: matemática*. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- CARVALHO, Rosália Policarpo Fagundes. Formação de conceitos probabilísticos em crianças de 4ª série do ensino fundamental. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, VIII, 2004, Recife. *Anais do VIII ENEM*. Disponível <www. >, acessado em 09 mar 2005.
- CASTELLS, Manuel. *A sociedade em rede - a era da informação: economia, sociedade e cultura*, vol. 1. 2. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999. 617 p.
- COUTINHO, C. Q.; GONÇALVES, M. C.; MORAIS, T. M. R. A análise de livros didáticos como ferramenta docente para o ensino de conceitos probabilísticos e estatísticos. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, VIII, 2004, Recife. *Anais do VIII ENEM*. Disponível <www. >, acessado em 09 mar 2005.
- COUTINHO, Cileda de Queiroz e Silva. *Introdução ao conceito de probabilidade por uma visão frequentista*. 1994. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 1994
- CURI, Edda. Tratamento dos conteúdos de Educação Básica nos cursos de licenciatura em Matemática. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE LICENCIATURAS EM

MATEMÁTICA, I, 2003, Salvador. *Anais do I Seminário Nacional de Licenciaturas em Matemática*. São Paulo: SBEM, 2003.

_____. *Formação de professores polivalentes: uma análise de conhecimentos para ensinar Matemática e de crenças e concepções que interferem na constituição desses conhecimentos*. 2004. 197 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2004.

D'AMBROSIO, Ubiratan. *Da realidade à ação: reflexões sobre educação e matemática*. São Paulo: Summus; Campinas: Ed. da Universidade Estadual de Campinas, 1986.

_____. *Formação de professores de Matemática: dificuldades e possibilidades, com referência às universidades portuguesas*. In: *Actas do ProfMat 97* – Associação de Professores de Matemática. Portugal, 1997.

_____. *A história da matemática: questões historiográficas e políticas e reflexões na educação matemática*. In: BICUDO, M. A. V. (org.). *Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas*. São Paulo: Editora UNESP, 1999 – (Seminários e debates) - . p. 97-115.

DE FINETI, Bruno. Probabilidade. Trad.: Beatriz T. Simões de Carvalho. In: *Enciclopédia Einaudi*, v. 15. *Cálculo-Probabilidade*. Edição portuguesa. 1989

DRUCK, Suely. O drama do ensino da matemática. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, 25 mar. 2003. Caderno Sinapse, p. 32.

ECO, Umberto. *Como se faz uma tese*. Trad.: Gilson Cesar Cardoso de Souza. São Paulo: Editora Perspectiva. 15ª edição, 1977 (Coleção Estudos).

FERREIRA, Rodolfo. *Entre o sagrado e o profano: o lugar social do professor*. Rio de Janeiro: Quartet, 2. ed. 1999.

FIORENTINI, Dario O estado da arte da pesquisa brasileira sobre formação de professores que ensinam matemática. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE LICENCIATURAS EM MATEMÁTICA, I, 2003a, Salvador. *Anais do I Seminário Nacional de Licenciaturas em Matemática*. São Paulo: SBEM, 2003, p. 4-26.

FIORENTINI, Dario. Em busca de novos caminhos e de outros olhares na formação de professores de matemática. In: _____ (Org.). *Formação de professores de matemática: explorando novos caminhos com outros olhares*. Campinas, São Paulo: Mercado de Letras, 2003b. p. 7-16..

FRADE, Cristina de Castro; BORGES, Oto Neri. *Componentes tácitos e explícitos do conhecimento matemático nas orientações curriculares para o ensino de matemática*. Disponível em <<http://www.anped.org.br/>>. Acessado em 23 mar 2005.

GAIO, Anabela; DUARTE, Teresa Olga. O conhecimento matemático do professor do 1º ciclo. In: BORRALHO, A.; MONTEIRO, C.; ESPADEIRO, R. (Org.). *A Matemática na formação do professor*. Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação, Secção de Educação Matemática, 2004.

GARCÍA BLANCO, Maria Mercedes .A formação inicial de professores de matemática: fundamentos para a definição de um *currículum*. Tradução: Diana Jaramillo. In: FIORENTINI, D. (org.). *Formação de professores de matemática: explorando novos caminhos com outros olhares*. Campinas/SP: Ed. Mercado de Letras, 2003, p. 51-86.

GARCIA, Carlos Marcelo. A formação de professores: novas perspectivas baseadas na investigação sobre o pensamento do professor. In: NOVOA, A (org.) *Os Professores e a sua formação*. Lisboa: Dom Quixote, 1995. p. 51-76.

_____. *Formação de professores – Para uma mudança educativa*. Tradução: Isabel Narciso. Porto, Portugal: Ed. Porto Editora, 1999 (Ciências da Educação - Século XXI)

GARDING, Lars. *Encontro com a matemática*. Tradução: Célia W. Alvarenga, Maria Manuela V. Marques Alvarenga. Brasília: Ed. da UnB, 1981, 323 p. (Coleção Pensamento Científico)

GEYMONANT, Giuseppe; GIORELLO, Giulio. Cálculo. Trad.: Beatriz T. Simões de Carvalho. In: Enciclopédia Einaudi, v. 15. *Cálculo-Probabilidade*. Edição portuguesa. 1989

KAHAN, Théo. Azar y Física: Ha cambiado la ciencia de base matemática? In: LIONNAIS, F. (Org.). *Las grandes corrientes del pensamiento matemático*. EUDEBA – Editorial Universitaria de Buenos Aires, 1996

LAHANIER-REUTER, Dominique. *Etude de conceptions du hasard: approche épistémologique, didactique et expérimentale em milieu universitaire*. 1998. Tese (Doutorado em Didática da Matemática) – L'Universite de Rennes I, França, 1998.

LOPES, Celi A. E. *A Probabilidade e Estatística no Ensino Fundamental: uma análise curricular*. 1998. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1998.

_____. *O conhecimento profissional dos professores e suas relações com Estatística e Probabilidade na Educação Infantil*. 2003. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2003.

LOUREIRO, C.; OLIVEIRA, F; BRUNHEIRA, L (Org). *Ensino e aprendizagem da estatística*. Sociedade Portuguesa de Estatística, Associação de Professores de Matemática, Departamento de Educação e de Estatística e Investigação Operacional da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2000.

LOUREIRO, Cristina. Que formação matemática para os professores do 1º ciclo e para os educadores da infância? In: BORRALHO, A.; MONTEIRO, C.; ESPADEIRO, R. (Org.). *A Matemática na formação do professor*. Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação, Secção de Educação Matemática, 2004.

NOVOA, Antonio. Formação de professores e profissão docente In: _____(org.) *Os Professores e a sua formação*. Lisboa: Dom Quixote, 1995. p. 9-33.

_____. *Formação de Professores e Trabalho Pedagógico*. Lisboa: EDUCA, 2002.

NUNES, Clarice. *Ensino normal: formação de professores*. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework: Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. Paris: OECD, 2003

PERRENOUD, P. *Práticas pedagógicas, profissão docente e formação: perspectivas sociológicas*. Tradução: Helena Faria, Helena Tapada, Maria João Carvalho e Maria

Nóvoa. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1997, 2ª edição. (Nova enciclopédia, 46; temas de educação, 3)

PIRES, Célia Maria Carolino. *Novos desafios para os cursos de licenciatura em Matemática*. Educação Matemática em Revista – Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática –, número 8, ano 7. São Paulo, 2000.

POLETTINI, Altair. Análise de experiências vividas determinando o desenvolvimento profissional do professor de matemática. In: BICUDO, M. A. V. (org.). *Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas*. São Paulo: Editora UNESP, 1999 – (Seminários e debates)

PONTE, João Pedro da. A formação matemática do professor: uma agenda com questões para reflexão e investigação. In: BORRALHO, A.; MONTEIRO, C.; ESPADEIRO, R. (org.) *A Matemática na formação do professor*. Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação, Secção de Educação Matemática, 2004.

PONTE, João Pedro da; FONSECA, Helena. Orientações curriculares para o ensino de Estatística: análise comparativa de três países. In: *Revista Quadrante*, 10(1), Portugal, 2001. p. 93-115.

SERRAZINA, Lurdes. A formação para o ensino de matemática: perspectivas futuras. In: _____ (Org.). *A formação para o ensino da matemática na Educação Pré-Escolar e no 1º ciclo do Ensino Básico*. Lisboa: Porto; INAFOP, 2002, p. 9-19.

SHULMAN, Lee. Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Research*, n. 15 (2), 1986, p. 4-14

_____. knowledge and teaching: foundation of the new reform. *Harvard Educational Review*, n. 57 (1), 1987, p. 1-22

SILVA, Ismael de Araújo. *Probabilidades: a visão laplaciana e a visão frequentista na introdução do conceito*. 2002. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2002.

VELOSO, Eduardo. Educação Matemática dos futuros professores. In: BORRALHO, A.; MONTEIRO, C.; ESPADEIRO, R. (Org.). *A Matemática na formação do professor*. Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação, Secção de Educação Matemática, 2004.

VIEIRA, Sofia Lerche. Políticas de formação em cenário de reforma. In: VEIGA, I. P. A., AMARAL, A. L. (Org.). *Formação de professores: Políticas e debates*. Campinas, SP: Papirus, 2002. p. 13-46 (Coleção Magistério: Formação e Trabalho Pedagógico).

ZEICHNER, Ken A. *A formação reflexiva dos professores: idéias e práticas*. Tradução: A. J. Carmona Teixeira, Maria João Carvalho e Maria Nóvoa. Lisboa: EDUCA, 1993 (Educa – Professores 3).