

Educação estatística e a formação de professores de matemática: cenário de pesquisas brasileiras

Everton José Goldoni Estevam¹ e Márcia Cristina de Costa Trindade Cyrino²

Resumo: No presente artigo apresentamos um cenário de pesquisas brasileiras na área de Educação Estatística e formação de professores de Matemática, disponibilizadas no Banco de Teses da CAPES, na busca de compreender quais discussões têm sido privilegiadas. Enquanto estudo documental, realizamos uma análise interpretativa de 23 teses e dissertações (1998-2011) e identificamos quatro eixos temáticos: (i) objetivos para o ensino de Probabilidade e Estatística; (ii) nível de letramento estatístico de professores de Matemática da Educação Básica; (iii) impressões e práticas letivas de professores da Educação Básica quanto a Probabilidade e Estatística; e (iv) formação de professores de Matemática que ensinarão/ensinam Probabilidade e Estatística na Educação Básica. Os resultados indicam a existência de poucos trabalhos abordando diretamente Educação Estatística na formação de professores e diversos aspectos que necessitam ser investigados. Em decorrência dos resultados, apresentamos algumas temáticas que podem orientar e fortalecer as pesquisas no campo da Educação Estatística.

Palavras-Chave: Educação Estatística; Professores de Matemática; Licenciatura em Matemática; Literacia Estatística.

Statistics Education and Mathematics Teacher Education: overview of Brazilian research findings

Abstract: In this paper we show an overview of Brazilian research findings in Statistics Education and Mathematics teacher education (pre-service and in service), available in CAPES' thesis database, seeking to understand what discussions have been privileged. As a documentary study, we did an interpretive analysis of 23 thesis and dissertations (1998-2011)

¹ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina - UEL e Professor da Universidade Estadual do Paraná – UNESPAR, Campus de União da Vitória. evertonjgestevam@gmail.com

² Professora do Departamento de Matemática e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina - UEL. marciacyrino@uel.br

and we identified five themes: (i) goals of Probability and Statistics; (ii) level of statistical literacy of Basic Education Mathematics teachers, (iii) impressions and teaching practices of Mathematics teachers related to Probability and Statistics, and (iv) Mathematics teacher education who will teach Probability and Statistics in Basic Education. The results indicate that there are few studies directly addressing Statistics Education in Mathematics teacher education and many aspects that need to be investigated. Due to these results, we present some themes that may guide and strengthen research in the field of Statistics Education.

Key words: Statistics Education; Math Teacher; Mathematics Teacher Education; Statistical Literacy.

Na sociedade atual, são diversos os fenômenos aos quais estamos expostos diariamente, que envolvem ideias e dados de grande magnitude ou que não podem ser tratados a partir de métodos determinísticos, o que exige habilidade, engajamento e raciocínio estatístico para a tomada de decisões. Nesse contexto, tem origem a Estatística que, por meio de suas ferramentas de representação e análise inferencial, possibilita a compreensão e o estudo de fenômenos que envolvem variabilidade. Não se trata de lidar somente com o raciocínio lógico e determinista, característico da Matemática, mas com as ideias de acaso, incerteza e aleatoriedade, o que remete à estocástica.

Esse desafio tem que ser enfrentado de modo que possamos desenvolver a Literacia Estatística³, entendida como a capacidade de compreender, interpretar e avaliar criticamente informações estatísticas (Cazorla; Kataoka; Silva, 2010), e a escola e o professor têm papel importante nesse processo.

O professor necessita estar preparado para engajar os alunos na formulação e na resolução de problemas que possam ser respondidos por meio da coleta, organização e análise de dados e da interpretação dos resultados. Precisa ter conhecimentos a respeito da seleção e da aplicação apropriada de métodos para análise de dados; do desenvolvimento e da avaliação de inferências que permitam fazer previsão sobre uma população a partir de uma amostra bem delineada; e de estratégias de validação dos resultados de acordo com o contexto do problema.

No entanto, a “formação dos professores, atualmente, não incorpora um trabalho sistemático sobre estocástica, dificultando a possibilidade de esses

³ Embora alguns pesquisadores utilizem “letramento estatístico”, optamos pelo termo “literacia estatística” (statistical literacy, em inglês), por acreditar que essa tradução seja mais adequada à ideia de habilidade para leitura e convivência com os dados, de acordo com as considerações de Rumsey (2002).

profissionais desenvolverem um trabalho significativo com essa temática nas salas de aula da educação básica” (Lopes, 2008, p. 70).

Considerando a importância de desenvolver o raciocínio estatístico e não apenas o conhecimento estatístico, tem crescido, nos últimos anos, na área de Educação Estatística, o número de pesquisas que intentam estudar e compreender processos de ensino e aprendizagem estocásticos, as quais envolvem aspectos cognitivos, afetivos, epistemológicos, didáticos e pedagógicos, com vistas ao desenvolvimento da literacia estatística.

Com o objetivo de compreender quais discussões têm sido privilegiadas nas pesquisas brasileiras a respeito de Probabilidade e Estatística e formação de professores de Matemática (inicial e continuada), realizamos, no Banco de Teses⁴ da Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), um levantamento⁵ de dissertações e teses produzidas nessa temática, dentre os quais selecionamos 23 trabalhos, que subsidiam nossas análises. Apresentaremos a seguir os procedimentos metodológicos, uma discussão dos eixos temáticos constituídos a partir da análise e, para finalizar, sintetizaremos algumas temáticas que podem orientar e fortalecer as pesquisas no campo da Educação Estatística.

Procedimentos metodológicos

Para delinear o conjunto de trabalhos objeto de análise, utilizamos os *objetivos* e/ou as *questões de investigação* presentes nos resumos das dissertações e teses disponíveis no Banco de Teses da Capes, produzidas de 1998 (ano do primeiro trabalho encontrado) a 2011. Foram selecionados todos os trabalhos que envolviam, de maneira articulada, “Conhecimento, Impressões e/ou Formação de Professores de Matemática” e “Probabilidade e Estatística”, termos utilizados no campo “Assunto” na base de dados da Capes. Cabe salientar que em diversos trabalhos as informações disponibilizadas nos resumos não ofereceram os elementos necessários ao nosso estudo, o que nos obrigou a buscar, no trabalho completo, dados complementares, geralmente encontrados na introdução e/ou no delineamento metodológico.

Como resultado desse mapeamento, identificamos 23 trabalhos listados no Quadro 1, em ordem cronológica de publicação, com um código indicado

⁴ Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/serviços/banco-de-teses>>.

⁵ O levantamento foi realizado nos meses de abril e maio do ano de 2012, considerando, portanto, os trabalhos realizados até o ano de 2011.

na primeira coluna, composto pelo tipo de trabalho (D para dissertação e T para tese) e um número de ordem (de 01 a 18, para dissertações, e de 01 a 05, para teses). Por exemplo, T02 representa, dentre os trabalhos selecionados, a segunda tese de doutorado publicada, no período determinado, que atende aos critérios de seleção estabelecidos. Este código foi utilizado para associar, posteriormente, cada trabalho com os eixos temáticos identificados.

Quadro 1 – Dissertações e Teses selecionadas do Banco de Teses da Capes e analisadas no presente trabalho.

Trabalho	Ano	Referência
D01	1998	LOPES, Celi Aparecida Espasandin. <i>A Probabilidade e a Estatística no Ensino Fundamental: uma análise curricular</i> . Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998. 126 f.
D02	2002	MEGID, Maria Auxiliadora Bueno Andrade. <i>Professores e alunos construindo saberes e significados em um projeto de Estatística para 6ª série: estudo de duas experiências em escolas pública e particular</i> . Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002. 215 f.
D03	2004	GONÇALVES, Mauro César. <i>Concepção de professores e o ensino de Probabilidade na Escola Básica</i> . Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2004. 149 f.
D04	2004	RIBEIRO, Vera Maria da Silva. <i>Uma abordagem sobre as atitudes e as ideias de licenciandos em relação à Estatística</i> . Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2004. 109 f.
D05	2005	SANTOS, Clemente Ramos dos. <i>O tratamento da informação: currículos prescritos, e implementação na sala de aula</i> . Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2005. 126 f.
D06	2006	MORAIS, Tula Maria Rocha. <i>Um estudo sobre o pensamento estatístico: “componentes e habilidades”</i> . Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2006. 137 f.
D07	2006	MARQUEZ, Giovana Dalmás. <i>As concepções dos professores de Matemática do Ensino Fundamental e Médio da 16ª CRE em relação ao ensino de Estatística</i> . Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2006. 102 f.
D08	2007	BIGATTÃO Jr., Pedro Alceu. <i>Concepção do professor de Matemática sobre o ensino da Estocástica</i> . Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007. 150 f.
T01	2007	CAMPOS, Celso Ribeiro. <i>A Educação Estatística: uma investigação acerca dos aspectos relevantes à didática da Estatística em cursos de graduação</i> .

Trabalho	Ano	Referência
		Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007. 242 f.
T02	2007	SILVA, Cláudia Borim da. <i>Pensamento estatístico e raciocínio sobre variação: um estudo com professores de matemática</i> . Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007. 353 f.
D09	2007	CARDOSO, Ricardo. <i>O professor de Matemática e a análise exploratória de dados no Ensino Médio</i> . Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007. 106 f.
D10	2007	COSTA, Adriana. <i>A Educação Estatística na formação do professor de Matemática</i> . Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade São Francisco, Itatiba, 2007. 153 f.
D11	2007	GOULART, Amari. <i>O discurso sobre os conceitos probabilísticos para a escola básica</i> . Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007. 88 f.
D12	2007	MEDICI, Michèle. <i>A construção do pensamento estatístico: organização, representação e interpretação de dados por alunos da 5ª série do Ensino Fundamental</i> . Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007. 127 f.
D13	2007	CAMPOS, Sandra Gonçalves Vilas Bôas. <i>Trabalho de projetos no processo de ensinar e aprender Estatística na universidade</i> . Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007b. 131 f.
D14	2007	PEREIRA, Sergio Alves. Um estudo a respeito do professor de Matemática e a implementação de uma sequência didática para a abordagem de Estatística no Ensino Médio. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2007. 108 f.
T03	2009	PAMPLONA, Admur Severino. <i>A formação estatística e pedagógica do professor de Matemática em comunidades de prática</i> . Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009. 267 f.
D15	2009	CANOSSA, Roberto. <i>O professor de Matemática e o trabalho com medidas separáveis</i> . Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009. 115 f.
T04	2010	COELHO, Maria Aparecida Vilela Mendonça Pinto. <i>Os saberes profissionais dos professores: a problematização das práticas pedagógicas em Estatística mediadas pelas práticas colaborativas</i> . Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010. 223 f.
D16	2010	CORRÊA, Marcio Welker. <i>O conhecimento profissional e a abordagem do ensino de Probabilidade: um estudo de caso</i> . Dissertação (Mestrado em Educação

Trabalho	Ano	Referência
		Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2010. 155 f.
D17	2010	FREITAS, Eliana Maria Bauschert de. <i>Relação entre mobilização dos registros de representação semiótica e os níveis de letramento estatístico com duas professoras</i> . Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2010. 217 f.
D18	2010	MORENO, Marcelo Marcos Bueno. <i>Ensino e aprendizagem de Estatística com ênfase na variabilidade: um estudo com alunos de um curso de licenciatura em Matemática</i> . Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2010. 156 f.
T05	2011	NOVAES, Diva Valério. <i>Concepções de professores da Educação Básica sobre variabilidade estatística</i> . Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2011. 209 f.

Fonte: Os autores.

Para o estudo documental dos 23 trabalhos, estabelecemos 5 descritores que auxiliaram na organização e no delineamento da análise (Quadro 2). Todas as informações necessárias a cada descritor foram obtidas no próprio trabalho. Os descritores constituem dois eixos de interesse, um com informações a respeito da pesquisa e outro com relação aos seus participantes.

Quadro 2 – Descritores utilizados para orientar a análise.

Descritor	Definição
Autor e data	Sobrenome do autor da pesquisa e ano
Objetivo(s)	Objetivo(s) da pesquisa
Problema	Questão(ões) geral(ais) de investigação
Resultados e conclusões	Resultados alcançados em relação aos objetivos
Participantes	Sujeitos investigados
Nível de escolaridade	Nível de atuação do(s) professor(es) participante(s) da pesquisa

Fonte: Os autores.

Com esse quadro, foi possível constituir unidades de análise que deram origem aos eixos temáticos das pesquisas a respeito da Educação Estatística e a formação de professores de Matemática. As convergências percebidas geraram quatro eixos, caracterizados a seguir e discutidos na próxima seção.

E1 - Objetivos para o ensino de Probabilidade e Estatística: de maneira geral, todos os trabalhos analisados assumiram um objetivo para o ensino de Probabilidade e Estatística. No entanto, alguns trabalhos (T01; D06; D08; D09;

D17) conferiram papel de destaque para esse tema. Dessa maneira, julgamos pertinente a constituição de um eixo que trate especificamente do que os pesquisadores brasileiros têm assumido como objetivos para o ensino (em todos os níveis) de Probabilidade e Estatística. Cabe destacar aqui o trabalho T01, que, embora não envolva especificamente cursos de licenciatura em Matemática, discute de uma maneira bastante proeminente aspectos didáticos relacionados a Probabilidade e Estatística para todos os cursos de graduação, o que justifica sua inclusão neste trabalho.

E2 - O nível de letramento estatístico de professores de Matemática da Educação Básica: considerando que é necessário algum nível de abstração para que os professores tenham condições de ensinar, pressuposto que sustenta diversas das pesquisas analisadas, o presente eixo tem por finalidade explicitar o nível de literacia estatística dos professores de Matemática, atuantes na Educação Básica, revelado pelas pesquisas (T04; D05; D06; D08; D09; D15; D16; D17).

E3 - Impressões e práticas letivas de professores da Educação Básica quanto a Probabilidade e Estatística: embora o foco do presente trabalho seja a formação de professores, algumas pesquisas remetem a impressões (T01; T04; D01; D02; D08; D11; D16; D17) e práticas letivas (T02; T04; D03; D05; D06; D07; D08; D09; D10; D13) de professores da Educação Básica relacionadas a Probabilidade e Estatística, para justificar suas considerações e/ou exemplificá-las. Assim, o presente eixo circunda os relatos encontrados nos trabalhos, tratando da relação de algumas impressões e práticas com a formação de professores de Matemática.

E4 - Formação de professores de Matemática que ensinarão/ ensinam Probabilidade e Estatística na Educação Básica: trata-se do eixo central do presente trabalho, no qual são discutidos os apontamentos das pesquisas brasileiras (T03; T04; T05; D03; D04; D05; D08; D10; D12; D13; D14; D15; D16; D18), no que concerne à formação inicial e continuada de professores de Matemática.

Discutiremos a seguir cada um dos eixos temáticos e os elementos presentes nos trabalhos a eles associados.

Objetivos para o ensino de Probabilidade e Estatística

Segundo Rumsey (2002), o objetivo principal de qualquer curso introdutório de Estatística é o desenvolvimento da *literacia estatística*, termo que, apesar de encontrar diversas variações entre os pesquisadores, refere-se

basicamente a duas habilidades: a) ler, compreender, analisar, interpretar e avaliar criticamente textos escritos encontrados em diversos contextos, utilizando corretamente terminologias e conceitos estatísticos; b) discutir opiniões sobre informações estatísticas, demonstrando compreensão de seu(s) significado(s), e refletir sobre as implicações decorrentes da aceitação das conclusões retiradas dessas informações. A partir desse princípio, é possível estabelecer um modelo composto de três níveis para avaliação da literacia: *cultural*, no qual o indivíduo compreende termos básicos do cotidiano; *funcional*, relacionado àqueles que desenvolvem a capacidade de ler e escrever informações estatísticas de forma coerente; e *científico*, quando o indivíduo é capaz de lidar com esquemas conceituais na realização de situações-problema (Gal, 2002).

As pesquisas brasileiras parecem assumir tais premissas, uma vez que muitas delas utilizam tais referências em suas análises. Como exemplos, é possível mencionar os trabalhos D06, D08, D09 e D17. Igualmente, ganha destaque a pesquisa T01, cujo objetivo é evidenciar os principais aspectos que norteiam a Educação Estatística e podem servir de base para uma definição dos fundamentos teóricos da didática da Estatística em cursos de graduação. Suas conclusões revelam que as pesquisas realizadas nesse campo defendem que o planejamento da instrução deve possibilitar o desenvolvimento de três importantes competências, quais sejam, a *literacia*, o *pensamento* e o *raciocínio estatístico*, sem as quais não seria possível realizar com sucesso o ensino e a aprendizagem dessa disciplina. A partir de estudos documentais e teóricos, T01 afirma que é apropriado definir *literacia estatística* como sendo a habilidade de argumentar, usando corretamente a terminologia estatística; interpretar e avaliar criticamente as informações estatísticas; e compreender um texto e o significado de informações estatísticas em determinado contexto. O *pensamento estatístico* remete à capacidade de relacionar dados quantitativos com situações concretas, explicitando o que os dados dizem a respeito de um problema e associando modelos matemáticos à natureza contextual em que se envolvem. Já o *raciocínio estatístico* pode manifestar-se de diversas formas, tais como o raciocínio sobre os dados e sua representação; o raciocínio sobre as medidas estatísticas, sobre a incerteza, a probabilidade e a aleatoriedade; o raciocínio sobre amostras e amostragens; e o raciocínio sobre associações, que está relacionado com o julgamento e a interpretação das relações entre as variáveis envolvidas no contexto do problema.

Na mesma direção encontra-se D06, em que a autora se propõe a investigar componentes e habilidades, relacionados com o pensamento estatístico, que corroboram o desenvolvimento da literacia estatística. Para tanto, utiliza as componentes do pensamento proposto por Gal (2002) e o modelo Problema, Plano, Dados, Análise e Conclusão (PPDAC) de Wild e Pfannkuch (1999).

De acordo com Gal (2002), o desenvolvimento da literacia estatística inclui dois conhecimentos de base que não podem ser operados de forma independente: uma *componente do conhecimento*, que envolve basicamente cinco elementos cognitivos, quais sejam, conhecimento matemático, conhecimento estatístico, conhecimento do contexto, conhecimento procedimental e conhecimento para lidar com questões críticas envolvendo aspectos estatísticos; e uma *componente atitudinal*, em que se incluem crenças e atitudes, como um primeiro elemento, e postura crítica, como um segundo.

Sobre o conhecimento matemático, Gal (2002) destaca os conceitos de número, decimais e porcentagem como essenciais ao desenvolvimento de habilidades estatísticas. No entanto, na análise de tarefas presentes em livros didáticos, realizada em D06, foi identificada também a presença dos conceitos de proporção, função e coordenadas cartesianas, conjectura confirmada pelos professores investigados, que reconheceram tais conceitos como necessários à formação do pensamento estatístico.

No que concerne ao conhecimento estatístico, Gal (2002) aponta como fundamentais os conceitos de média aritmética, moda e mediana, bem como o reconhecimento de dados. Contudo, os resultados de D06 diferem dessa concepção, uma vez que constatam que apenas o conceito de média aritmética é explorado no Ensino Fundamental (EF) e com ênfase apenas em seu algoritmo.

O conhecimento do contexto está relacionado à organização e à necessidade dos dados, bem como à análise e conclusão das investigações estatísticas, o que parece não estar presente nos livros, tampouco nas práticas dos professores.

Outro elemento constituinte do pensamento estatístico bastante citado pelos professores está relacionado às representações tabelares e gráficas, pertencentes ao conhecimento procedimental (Gal, 2002). Tal consideração remete à estrutura, que, segundo D06, é complementar ao modelo de Gal,

aquela de Wild e Pfannkuch (1999). Para estes autores, a mobilização do pensamento estatístico deve envolver um processo investigativo que perpassa por quatro dimensões: o ciclo investigativo, os tipos de pensamento, o ciclo interrogativo e os dispositivos, este último relacionado aos comportamentos atitudinais que tal pensamento envolve. Nesse sentido, podemos inferir que a primeira dimensão – o *ciclo investigativo* – remete à ideia de o ensino de Estatística aproximar-se do modelo científico investigativo pautado no modelo PPDAC. Quanto aos *pensamentos envolvidos* nesse modelo, os autores citam categorias que vão dos pensamentos gerais - estratégico, explicativo, modelar e procedimental - aos específicos: pensamentos sobre necessidades dos dados, transnumeração, onipresença da variação, modelos estatísticos, conhecimentos estatísticos, do contexto e de síntese, que se relacionam com os apontamentos dos professores investigados por D06. As duas últimas dimensões, a do *ciclo interrogativo* e os *dispositivos*, retratam as ações necessárias à análise de dados, visando à formação de uma postura crítica em relação a eles. Em se tratando de professores, os trabalhos não aprofundam tais discussões, com o argumento de que o foco de análise são os conhecimentos de base desses profissionais.

A análise de D06 evidencia que os professores de Matemática consideram o registro pelo registro (representações tabelares e gráficas, por exemplo), em detrimento dos conceitos matemáticos, estatísticos e do contexto mobilizados. Dessa forma, é possível inferir que

[...] os professores desenvolvem habilidades estatísticas propícias ao letramento no nível “cultural”, ao invés do “funcional”, adequado a este segmento escolar. Possivelmente influenciados pelos livros didáticos que favorecem uma visão tecnicista da Estatística, priorizando o uso de registros tabulares e gráficos, além da interpretação algorítmica do conceito de média aritmética. (D06, 2006, p. 7, grifos do autor).

Tal constatação incita-nos a constituir um segundo eixo de análise, envolvendo o nível de letramento estatístico de professores de Matemática, revelado pelas pesquisas brasileiras.

O nível de letramento estatístico de professores de Matemática da Educação Básica

A constatação de D06 de que a maioria dos professores de Matemática que atuam na Educação Básica se encontra no nível mais elementar de literacia estatística, ou seja, no nível cultural, quando o adequado seria o funcional, é

confirmada por outras pesquisas. D08, ao investigar as práticas de professores de Matemática do Ensino Fundamental (EF), afirma que eles se limitam ao ensino dos conhecimentos procedimentais e matemáticos relacionados à estocástica, reduzindo os conceitos estatísticos e probabilísticos a procedimentos algébricos. É possível perceber constatação semelhante em D09, que investigou o conhecimento estatístico mobilizado por professores de Matemática do Ensino Médio (EM) em tarefas envolvendo medidas de tendência central, variabilidade e representação gráfica. Segundo o pesquisador, os professores não apresentaram dificuldades em cálculos algébricos envolvendo as medidas. Porém, não foram capazes de justificar ou atribuir significado a esses cálculos e valores.

Os conceitos mobilizados nos cálculos não tiveram seu significado explicitado ou mesmo justificado pelos professores, levando-nos a inferir que este conhecimento, se existente, permaneceu implícito. Mesmo com os questionamentos durante a atividade que visavam proporcionar condições para que os professores exteriorizassem o significado por eles atribuído aos valores calculados, os professores permaneciam ligados somente aos valores numéricos, acreditando que estes eram autoexplicativos. (D09, 2007, p. 89-90).

D15 ratifica essa constatação, ao afirmar que professores do EM não trabalham os conceitos de mediana e quartis, limitando-se apenas a média, variância e desvio padrão, conceitos estes introduzidos apenas a partir de fórmulas matemáticas. Por conseguinte, os professores investigados desconheciam os gráficos *dot-plot* e *box-plot*⁶.

As constatações de D08 e D09 reforçam a existência de uma concepção errônea da Estatística e da Probabilidade, a partir de uma visão tecnicista e reduzida desses conceitos, que se pauta em algoritmos e na simples interpretação de dados em registros tabelares e gráficos. Quanto a este último aspecto, julgamos pertinente destacar que parece não haver garantias de que sequer esse tratamento, de fato, ocorra e, quando ocorre, revela muito mais vieses que construção de conhecimento consistente. Além disso, cabe salientar que pesquisas que não mencionam níveis de literacia apontam elementos que fortalecem tal quadro.

⁶ Uma discussão quanto à utilização desses tipos de gráficos na Educação Básica pode ser encontrada em SILVA, C. B. da; KATAOKA, V. Y.; CAZORLA, I. M. Linguagem, estratégia e nível de raciocínio de variação dos alunos do Ensino Fundamental II. *BOLEMA*, Rio Claro, v. 24, n. 39, p. 515-536, ago. 2011.

Procurando compreender o modo como os professores problematizam suas concepções sobre Educação Estatística nas práticas de ensinar e aprender Estatística, T04 afirma que a existência, na Estatística e na Probabilidade, de uma perspectiva diferente daquela utilizada na Matemática determina sérias limitações ao trabalho do professor, pois muitos apresentam dificuldades para, até mesmo, definir conceitos como aleatoriedade e variabilidade.

Uma estratégia usada pelos professores, de acordo com as observações das professoras da pesquisa, tem sido a simplificação da informação estatística, por meio de gráficos simples e com todas as informações explícitas, diferentes daquelas encontradas na mídia. Os gráficos apresentados aos alunos, encontrados geralmente nos livros didáticos, são pouco complexos, são gráficos para a escola e não têm ajudado o aluno a compreender as informações encontradas nos meios de comunicação. É importante destacar que um gráfico é uma representação e uma análise aligeirada é insuficiente para a constituição do conhecimento estatístico do aluno. Nossa análise aponta para a necessidade de um debate, até mesmo, da noção do termo “estatística” e de uma abordagem mais adequada de termos estatísticos na Escola Básica. (T04, 2010, p. 174).

D16 corrobora essa ideia, no que concerne especificamente aos conhecimentos e às práticas envolvendo probabilidade. Segundo o pesquisador, a visão determinista da Matemática, reforçada pelo enfoque da formação oferecida nas licenciaturas, caracteriza-se pela não consideração do aleatório no contexto observado; e alicerça uma análise didática, quanto a possíveis resoluções de exercícios, limitada apenas a uma apreciação formal da Matemática, sem envolver as várias concepções com que a probabilidade pode ser abordada, a saber, clássica (ou laplaciana), frequentista, axiomática, subjetiva e intuitiva.

A investigação de D05 quanto ao processo de incorporação de temas ligados à Combinatória, Probabilidade e Estatística na Educação Básica e quanto às relações dessa inovação curricular com o processo de formação continuada de professores também revela que os professores não possuem conhecimento suficiente desses conteúdos e “apenas vislumbram uma abordagem por meio de definições e fórmulas que devem ser aplicadas para resolver exercícios e problemas” (D05, 2005, p. 101).

Por fim, é necessário destacar que a pesquisa D17, que investigou o nível de letramento de duas professoras de Matemática que trabalham conteúdos de

Probabilidade e Estatística no EM, aponta uma outra realidade, mais promissora, pois, a partir de entrevistas, a pesquisadora comprova que as professoras que colaboraram com a pesquisa oscilaram entre os níveis de letramento funcional e científico.

Impressões e práticas letivas de professores da Educação Básica quanto a Probabilidade e Estatística

A partir do cenário revelado pelas pesquisas, no que concerne ao nível de letramento dos professores, parece interessante pensar nas impressões e nos discursos de professores atuantes nas séries finais do EF e no EM, com relação aos conteúdos de Probabilidade e Estatística e a seus reflexos em sua prática letiva. Segundo D05, eles não acham esses conteúdos viáveis para o Ensino Fundamental nem para o Ensino Médio, apresentam certa resistência, em virtude de não os dominarem (ou compreenderem), e consideram que se trata de conceitos complexos não previstos pelas propostas curriculares para o EF. Afirmam ainda não ter conhecimento do que é proposto pelos *Parâmetros Curriculares Nacionais* (PCN) para o ensino de Combinatória, Probabilidade e Estatística.

Em diferentes situações percebemos uma convicção afirmada com bastante insistência no sentido de que seus alunos não são capazes de resolver problemas que envolvam ideias de combinatória, de estatística e de probabilidade. A esse respeito, uma primeira hipótese que pode ser considerada está relacionada ao fato de que não têm um conhecimento suficiente desses conteúdos e, desse modo, os acham “difíceis”. A outra hipótese é a de que, mesmo com algum conhecimento sobre o assunto, apenas vislumbram uma abordagem por meio de definições e fórmulas que devem ser aplicadas para resolver exercícios e problemas. (D05, 2005, p. 101).

Quanto à proposição dos conteúdos em sala de aula, de acordo com D09, alguns professores parecem acreditar na obrigatoriedade de, em primeiro lugar, calcular a média e o desvio padrão, sem sequer verificar a necessidade e a adequabilidade dessas medidas para os dados analisados. “Chegamos a inferir, nesse caso, que a resolução de atividades de Estatística passa obrigatoriamente por algum processo algébrico” (D09, 2007, p. 90-91). Essa crença decorre de equívocos conceituais, conforme investigado em T02, que identificou, na maior parte dos professores, a ausência de raciocínio sobre variação, o que pode motivar a priorização da média como medida representativa, em detrimento de

mediana, moda, amplitudes e desvio padrão. Observou também dificuldades na interpretação da significância do desvio padrão com relação à média.

Por outro lado, os professores investigados em D07 consideram que os conteúdos de Probabilidade e Estatística são importantes e podem contribuir efetivamente para a formação do aluno, desenvolvendo seu espírito crítico e a cidadania. Contudo, menos da metade dos programas das escolas avaliadas na pesquisa de D07 aborda os conteúdos de Estatística.

Os professores que buscam formas de inserir a estocástica em suas aulas apoiam-se, principalmente, em livros didáticos e paradidáticos (D10). No entanto, algumas pesquisas (D06, D08, D09, D13 e T04) apontam limitações das abordagens desses materiais quanto a conceitos, ideias e habilidades relacionadas à Probabilidade e à Estatística no EF e no EM. Tal constatação, acrescida ao fato de os professores – em razão das dificuldades já discutidas – recorrerem a esses materiais para balizar suas práticas, parece colaborar para a compreensão dos níveis de literacia estatística em que professores de Matemática da Educação Básica se encontram.

As pesquisas T04, D11 e D16 apontam que o currículo atual, sobretudo da escola básica, não privilegia a literacia estatística e chamam atenção para a necessidade de sua reformulação, com vistas a contemplar a interpretação e a compreensão dos resultados estatísticos, e não apenas o seu cálculo matemático ou a representação simplificada de gráficos. Tal descompasso entre uma proposta mais eficiente para o trabalho com Probabilidade e Estatística e as disposições curriculares nacionais pode justificar as abordagens reducionistas dos livros didáticos.

D01 destaca o papel do professor como orientador da aprendizagem: aquele que provoca reflexões, auxilia na elaboração de sínteses e na organização dos trabalhos, cuja implicação remete necessariamente a uma postura reflexiva, que tem se estabelecido como uma tendência significativa nas pesquisas em educação (Pimenta, 2010).

Ao investigar a forma como alunos e professores constroem saberes estatísticos, D02 afirma que o professor pode e deve ser o mediador dos discursos, das experiências, da fusão entre conhecimento científico e senso comum, encaminhando para a organização e a sistematização dos saberes produzidos.

Segundo essa pesquisadora, a construção de saberes estatísticos, em

todos os níveis de ensino, não se dá simplesmente pela observação de gráficos e tabelas. Perceber que aqui cresce ou que ali diminui não é suficiente para compreender a amplitude do tema. É necessário que a aprendizagem seja conduzida a partir de um processo de negociação de significados. É preciso ouvir e promover interações em sala de aula, de modo que as posições dos alunos, mesmo contraditórias, sejam discutidas.

É necessário entender por que da utilização deste ou daquele modelo de gráfico; por que não é possível utilizar algumas vezes o gráfico de setores; quais as intenções de divulgar uma pesquisa desta ou daquela maneira; qual população foi envolvida; entre tantas outras questões associadas ao assunto. (D02, 2002, p. 191).

Quanto às abordagens metodológicas, observamos discussões relativas ao trabalho com situações-problema, modelagem matemática, projetos e uso de tecnologias.

D01 e D08 destacam que o trabalho a partir de situações-problema significativas que levem o aluno a coletar, organizar, analisar dados, construir, interpretar tabelas e gráficos (colunas, segmentos e setores) pode contribuir para a compreensão da Estatística e, assim, proporcionar a formulação de argumentos convincentes, que permitam uma tomada de decisão consciente. Ou seja, proporciona o desenvolvimento da literacia estatística e conduz a uma reflexão crítica e não linear da realidade.

Em uma perspectiva mais ampla, T01 apresenta a Modelagem Matemática e o trabalho com projetos como possíveis estratégias pedagógicas para conceber propostas de ensino que busquem construir e desenvolver as capacidades já listadas. A Educação Crítica também se faz presente nos projetos discutidos pelo pesquisador, tendo como princípios a problematização e a tematização do ensino; o trabalho com dados reais, contextualizados; o estímulo ao debate e ao diálogo; a des-hierarquização e a democratização do ambiente pedagógico da sala de aula; o incentivo à capacidade crítica dos alunos; a valorização do conhecimento reflexivo; e a preparação do estudante para interpretar o mundo, praticar o discurso da responsabilidade social e a linguagem crítica, incentivando a liberdade individual, a ética e a justiça social.

Embora o uso de tecnologias tenha ganhado destaque em meio às pesquisas educacionais, só foi encontrada uma investigação (D17) que envolveu estocástica e professores de Matemática. D17 pesquisou as contribuições do

software FATHOM^{®7} para mobilização de diferentes registros de representação com duas professoras e afirma que este *software* foi um facilitador para a percepção da necessidade e das vantagens de trabalhar simultaneamente com mais de um registro de representação semiótica, remetendo à teoria de Duval (1994, 2003).

Formação de professores de Matemática que ensinam/ensinam Probabilidade e Estatística na Educação Básica

O primeiro aspecto que chamou nossa atenção foi a constatação de que os professores declaram não ter estudado conteúdos envolvendo Probabilidade e Estatística no curso de graduação (D05). Parece natural, portanto, pensar nessa justificativa para explicar as dificuldades encontradas por eles no desenvolvimento de suas práticas em sala de aula. No entanto, outras pesquisas denunciam que mesmo aqueles que estudaram os conteúdos de Probabilidade e Estatística na licenciatura manifestam dificuldades e equívocos conceituais semelhantes (D04; D14).

T04 afirma que é necessário que os cursos de formação inicial de professores apresentem a Estatística de maneira conceitual e problematizadora, no intuito de oferecer condições para que os futuros professores possam trabalhar, com seus alunos, aspectos como aleatoriedade, variabilidade e pensamento indutivo. D08 fortalece essa ideia, ao afirmar que as situações-problema favorecem e contribuem para o desenvolvimento do pensamento estatístico.

Deparamo-nos com algumas pesquisas (D12; D13; T04) que apontam experiências bem-sucedidas relacionadas à formação inicial do professor de Matemática e caminhos que podem contribuir para a constituição de um profissional competente estatisticamente, isto é, situado ao menos no nível funcional de letramento.

No entanto, D10 aponta a existência de lacunas na formação inicial de professores de Matemática, no que se refere à Educação Estatística. Os professores formadores investigados na pesquisa destacam a pouca flexibilidade nas atuais ementas dos cursos de licenciatura e sinalizam a urgência

⁷ *Software* de estatística dinâmica que possibilita diferentes representações para um mesmo conjunto de dados, uma vez que a conversão entre os diferentes registros ocorre de forma rápida e dinâmica, inibindo dificuldades operatórias e obstáculos didáticos.

de sua reformulação, de forma a atender às necessidades de formação do pensamento estatístico e, assim, oferecer ou construir condições para uma atuação segura dos professores na Educação Básica. Referimo-nos à singularidade que permeia os cursos de formação de professores e confere, à(s) disciplina(s) envolvendo Probabilidade e Estatística, um caráter diferenciado daqueles de cursos de bacharelado, por exemplo. A mesma pesquisa revela a inexistência de diferenças entre os conteúdos de estocástica e a abordagem dada a eles nos cursos licenciatura, quando comparados a outros não direcionados à formação de professores.

D13 parece considerar as particularidades da licenciatura em Matemática, ao assumir o trabalho com projetos como alternativa para abordagem da Estatística na formação inicial de professores. A justificativa da opção metodológica pauta-se no fato de que as fases do Método Estatístico de Investigação (definição do problema, planejamento, coleta de dados, apuração e organização, apresentação dos dados e, por último, análise e interpretação dos dados) são bastante semelhantes às fases de um projeto. Estas, segundo Ponte (1990), compreendem a definição do tema, o planejamento das ações, a realização das ações, a elaboração das análises e conclusões e, finalmente, a divulgação e a comunicação dos resultados. Dessa forma, ao realizar as diferentes fases que compõem um projeto e experienciar as etapas de investigação do método estatístico, o futuro professor tem a chance de vivenciar os saberes e conhecimentos disciplinares por meio de realizações concretas, que articulam teoria e prática. Como conclusão, a pesquisadora afirma que

[...] o Ensino de Estatística quando associado à prática da investigação e da pesquisa se apresenta com maior significado para o aluno. O que nos remete à fala da aluna Amanda, “na hora do projeto deu para sentir um pouco como que era *‘lá fora’*, na realidade, deveria acontecer isto em todas as matérias, porque várias vezes você estuda o semestre inteiro uma matéria e não sabe para que ela serve”. (D13, 2007b, p. 105, grifos do autor).

Considera, ainda, que, com a experiência investigativa subsidiada pela pedagogia de projetos, os alunos passaram a desenvolver saberes relativos ao ensino com pesquisa, ao trabalho colaborativo, à utilização de recursos computacionais, à metodologia de projetos; e saberes para investigação dentro de métodos estatísticos - enfim, saberes que, segundo ela, contribuirão para sua vida profissional.

É possível perceber a relevância que a pesquisa D13 atribui ao trabalho coletivo e colaborativo para a construção do conhecimento estocástico. D12 também destaca as atividades em grupo, justificando que a troca entre os alunos (ou futuros professores) lhes permite construir novos significados para o mesmo objeto, além de proporcionar a negociação entre eles, o que provoca a explicitação não só dos novos conhecimentos em fase de construção como também das dúvidas e das dificuldades. A pesquisadora afirma acreditar que as condições didáticas que favoreceram a construção autônoma do futuro professor na resolução de problemas de organização, representação e interpretação de um conjunto de dados foram, justamente, as aulas ministradas com constantes debates, que vêm sempre ao encontro dos interesses do grupo.

O trabalho em grupos é um dos aspectos apontados também pela pesquisa T03, quando o pesquisador investiga quais práticas professores formadores desenvolvem no sentido de evidenciar e fortalecer os nexos entre a formação estatística e a formação pedagógica em cursos de licenciatura em Matemática. Os resultados finais reúnem 12 itens, sendo os 7 primeiros válidos para licenciandos de qualquer área, uma vez que remetem: 1) ao compartilhamento, entre professores e licenciandos, das situações que permeiam a atividade docente, 2) ao desenvolvimento da capacidade de exposição de argumentos e críticas em meio ao processo de negociação de significados, 3) à realização de trabalhos investigativos em grupo, 4) ao estabelecimento de espaços de diálogo entre licenciandos e professores, 5) à utilização de estratégias formativas diversas, 6) à participação em organizações acadêmicas, sindicais, administrativas e sociais e, por fim, 7) às coisificações⁸ (ou reificações) da aprendizagem a partir da elaboração e apresentação de relatórios, cartazes e trabalhos técnicos e científicos.

As últimas cinco práticas discutidas pelo pesquisador têm relevância, particularmente, para a licenciatura em Matemática, quais sejam:

- Uma maior ênfase na abordagem dos conceitos e práticas que podem ser compreendidos como objetos que diferenciam a Matemática da Estatística, como é o caso da diferença de abordagens entre os fenômenos determinísticos e os aleatórios.
- A discussão mais profunda acerca dos objetos de

⁸ Conceito da teoria de aprendizagem situada em comunidades de prática, que remete à ideia de considerar algo abstrato como uma coisa material ou concreta.

fronteira, que, estando presentes na Matemática, também se fazem presentes na Estatística, com uma outra abordagem – como é o caso da inferência, por exemplo.

- A explicitação das diferenças quanto aos valores que devem estar mais presentes no ensino de Matemática e no da Estatística, em especial, a questão de se perceber as estatísticas como “espelho de uma sociedade”, enfatizando as diferenças dos métodos de validação de cada área.
- O questionamento das práticas discursivas e não discursivas que apoiam relações desiguais de poder entre práticas de formação matemática/estatística e práticas de formação pedagógica.
- A necessidade de ultrapassar certas barreiras que situam em polos dicotômicos, ao se pensar a Educação Estatística como campo de conhecimento, as contribuições que podem advir de estatísticos, de matemáticos e de educadores. (T03, 2009, p. 236-237).

Por fim, destacamos alguns trabalhos que envolvem a formação continuada no contexto da Probabilidade e da Estatística. D03 e D16 afirmam que a formação continuada, atrelada à prática profissional, não basta para a reestruturação dos conceitos probabilísticos e, conseqüentemente, das concepções envolvendo a probabilidade. Na mesma direção, D15 considera que, em uma formação continuada, poucos encontros não são suficientes para avanço de nível de letramento estatístico. E D05 diz que a insuficiência de tempo para o desenvolvimento adequado dos conteúdos estatísticos e probabilísticos e a falta de discussões mais consistentes em relação à sua prática em sala de aula impedem que um curso de formação continuada mobilize a estruturação de propostas eficientes para o ensino desses conteúdos, de forma a possibilitar aprendizagem aos alunos.

Como alternativa, T04 investigou as contribuições do trabalho com um grupo colaborativo e afirma que alguns saberes das professoras foram sistematizados e mobilizados pelas interações dialógicas do grupo, pela contribuição do outro na produção do conhecimento e pelo debate e a contradição como instigadores da produção de sentidos. A pesquisadora ainda propõe a constituição de grupos diferentes, compostos de sujeitos diversos, e não apenas por professores da Educação Básica, uma vez que a assimetria é considerada por ela como uma condição importante para que cada participante possa contribuir com o grupo, utilizando sua originalidade, principalmente no

que se refere ao seu conhecimento acadêmico e profissional.

No que concerne a abordagens de conceitos estatísticos, D18 investigou as características didáticas de uma formação continuada em Estatística que utilizou o enfoque da análise exploratória de dados para favorecer a percepção da variabilidade por alunos de um curso de licenciatura em Matemática. Em seus resultados, o pesquisador afirma que a utilização de gráficos associados ao desvio padrão indicou que os alunos ainda não tinham uma compreensão completa dessa medida de variação. E isso remete novamente à ideia de não limitar a abordagem da Estatística ao cálculo algébrico de medidas e suas análises, mas buscar outras formas de representação para ampliar a compreensão do objeto de estudo. As observações de D18 apontam para as vantagens da percepção da variabilidade, quando os cálculos algébricos são aliados à representação gráfica de medidas de variação e de tendência central. Exemplo disso é a integração da abordagem da média com a variação, o que permitiu aos professores perceber as limitações da média e a necessidade de considerar a variação na análise de dados.

No trabalho T05, a pesquisadora buscou compreender, em um processo de formação continuada, as concepções de professores da Educação Básica, quando, ao resolver problemas e preparar suas aulas, mobilizaram seus conhecimentos estatísticos sobre variação. As análises foram realizadas à luz da Teoria das Concepções (modelo $ck\phi$ - concepção, conhecimento e conceito) de Balacheff (2001) e Balacheff e Gaudin (2002), que se caracteriza como uma ampliação dos modelos de Campos Conceituais de Vergnaud (1996). Segundo o modelo $ck\phi$, uma concepção matemática pode ser caracterizada como uma quadra (P, R, L, Σ) , na qual P é um conjunto de problemas; R, um conjunto de operadores que permitem o tratamento dos problemas; L, um sistema de representação para os problemas e operadores; e Σ , uma estrutura que dá e organiza as funções de decisões, escolhas e adequações da ação⁹. A pesquisadora identifica 16 concepções articuladas, sendo 3 relacionadas ao conhecimento específico de Estatística e 13, ao conhecimento didático. No que concerne às primeiras, remetem a considerar a frequência de uma variável qualitativa como variável quantitativa discreta, identificar a frequência como os valores assumidos por essa variável e assumir que a variabilidade nos dados pode ser caracterizada apenas com o valor mais frequente na distribuição. Já as

⁹ Para uma discussão pormenorizada dos fundamentos e relações que sustentam a teoria, sugerimos a leitura na íntegra de T05.

concepções didáticas estão relacionadas com reconhecer a aprendizagem como um processo de construção, que ocorre pela interação e não compõe o mesmo processo do ensino; assumir que o professor é educador, antecipa sugestões, pode melhorar os processos de ensino e aprendizagem e institucionaliza o conhecimento por meio de aula expositiva, cuja sequência didática pode ser uma orientadora; considerar que o professor pode atuar entre o tradicional e o construtivista, o que pode ser favorecido por uma aula dialogada; acreditar que se deve trabalhar num contexto próximo dos alunos, o que exige reflexão e pode favorecer a percepção, pelos alunos, da necessidade de uma investigação com base em dados, em contrapartida ao senso comum; e, por fim, reconhecer a necessidade de transferência do pensamento determinista da Matemática àquele da análise estatística.

Considerações finais

Os trabalhos analisados discutem aspectos bastante específicos de Probabilidade e Estatística, que, fragmentados, não favorecem uma percepção holística do atual cenário da formação de professores para trabalhar conceitos, ideias e habilidades estocásticas no Brasil. Nesse sentido, o presente trabalho parece contribuir para uma sistematização da produção brasileira (teses e dissertações) relacionada à temática, o que colabora para o delineamento de trabalhos futuros.

A análise dos eixos temáticos identificados nas pesquisas a respeito da Educação Estatística e a formação de professores de Matemática indica que a maior parte desses estudos enfatiza a importância da compreensão de conceitos e ideias estocásticas, e valoriza a atividade investigativa, em detrimento das habilidades algébricas e algorítmicas, tradicionalmente priorizadas na prática letiva. Isso fica evidente, ao percebermos as pesquisas brasileiras assumindo, explícita e implicitamente, como objetivos para o ensino de Probabilidade e Estatística, o desenvolvimento da literacia, do pensamento e do raciocínio estatístico, e não apenas a mobilização de conhecimento estatístico.

A formação de professores parece ser o ponto fundamental a qualquer processo de mudança educacional, particularmente quando discutimos o ensino e a aprendizagem em estocástica. Embora sejam perceptíveis diversos avanços, os resultados das pesquisas brasileiras analisadas no presente trabalho revelam um dado preocupante: situam o conhecimento estatístico dos professores no nível cultural de letramento, quando o esperado seria, ao menos,

o funcional. Um único resultado divergente desse contexto assinala um campo fértil de investigação que necessita ser explorado, a fim de expressar os reais avanços e as dificuldades de professores de Matemática. Essas constatações concorrem com o último estudo publicado pelo ICMI¹⁰ e organizado por Batanero, Burril e Reading (2011, p. 409, tradução nossa), o qual evidencia que, no mundo todo, muitos professores compartilham com seus alunos uma variedade de dificuldades e equívocos, relacionados a ideias estatísticas fundamentais. Exemplos de dificuldades dos professores com conceitos estatísticos, descritos no livro e constatados nas pesquisas brasileiras analisadas, incluem:

[...] ter pouca compreensão real sobre média e mediana, ter dificuldade para construir ou interpretar gráficos, utilizar apenas raciocínio verbal com relação à variação, ter pouca compreensão do desvio padrão como medida de homogeneidade da amostra, comparar distribuições apenas em termos das médias, confundir correlação e causa, ou visualizar um teste estatístico como uma prova matemática de uma hipótese.

Tal constatação associa-se à perspectiva de Fiorentini, Souza e Melo (1998), para os quais as ações dos professores são influenciadas pelas situações vivenciadas no decorrer de seu processo de formação, e seu reflexo se faz presente nas concepções teórico-metodológicas e nas práticas educativas desenvolvidas em sala de aula. Isso torna evidente a importância de atividades, nos cursos de licenciatura, que transcendam a abordagem conceitual e algorítmica da Probabilidade e da Estatística e associem seus diversos aspectos e formas de registro, o que só ocorrerá com a proposição de tarefas que proporcionem o desenvolvimento do pensamento e do raciocínio estatísticos, bases para ampliação dos níveis de literacia e para significação e justificação de conceitos e ideias. Dessa forma, é fundamental a mobilização de componentes do conhecimento de base, articulados com aspectos procedimentais, estatísticos, matemáticos, de contexto e com uma postura crítica perante dados. Para isso, torna-se fundamental uma reformulação não apenas das ementas, mas da abordagem oferecida à Estatística nos cursos de licenciatura (e do currículo da Educação Básica também), uma vez que o simples tratamento de algoritmos e cálculos de medidas de tendência central, separatrizes, curtose, assimetria; a representação e a análise de dados em tabelas e gráficos (muitas vezes inadequadamente adaptados); e alguns princípios de inferência não

¹⁰ International Commission on Mathematical Instruction.

possibilitam tal percepção.

Para que esse (futuro) professor possa estruturar e desenvolver atividades estocásticas interessantes e adequadas à Educação Básica, é fundamental priorizar, em seu processo de formação (inicial e continuada), o significado, a adequabilidade, a epistemologia dos conceitos e ideias estocásticos, a partir de situações significativas, que se aproximem do modelo científico de investigação. Essa perspectiva remete-nos ao que Batanero, Burril e Reading (2011), pautados em Shulman, denominam de conhecimento pedagógico do conteúdo, que envolve aspectos específicos da estatística articulados a aspectos pedagógicos relacionados à forma de abordar esse conteúdo. Segundo os pesquisadores, mesmo havendo uma boa formação matemática, os conhecimentos pedagógicos de conteúdo dos professores são muito fracos, o que, por exemplo, compromete a realização de aulas utilizando investigações estatísticas, fato explicitado nas análises do presente trabalho.

A partir das considerações de T03 e do estudo do ICMI (Batanero; Burril; Reading, 2011), um outro aspecto a ser considerado no processo de formação é a variabilidade. Ela caracteriza o busílis da compreensão estatística, uma vez que envolve aspectos do pensamento, do raciocínio e da literacia estatística que colocam a Estatística para além da Matemática. É com a significação da variabilidade, associada a um conjunto de dados, que os (futuros) professores compreenderão, por exemplo, por que e quando se utiliza um procedimento de análise de dados (conhecimento de contexto) e se desenvolvem habilidades para perceber a razão pela qual a média não deve ser considerada como a medida mais representativa de qualquer conjunto de dados (conhecimento estatístico); a importância de utilizar a frequência relativa para comparar conjuntos de diferentes amplitudes (conhecimento matemático); ou o motivo por que o gráfico de setores não deve ser utilizado com determinados dados e o gráfico de barras não é adequado para representar uma variável quantitativa contínua (conhecimento procedimental). Trata-se de atribuir significado à estatística e salientar a importância de desenvolver o pensamento estatístico, e não apenas o conhecimento estatístico. Sem significado para tal “conhecimento”, é natural pensar que os professores se restrinjam ao ensino dos algoritmos (Batanero; Díaz, 2010).

Neste cenário, as pesquisas brasileiras revelam alternativas bastante diversas e interessantes, sustentadas no trabalho coletivo e na negociação de significados. A Modelagem Matemática, as investigações estatísticas, as

situações-problemas com dados reais, a Pedagogia de Projetos e a tecnologia aparecem como metodologias fomentadoras daquilo que se espera de um curso introdutório de Estatística, particularmente nas licenciaturas em Matemática. Igualmente, os pressupostos da Matemática Crítica e da Teoria de Registros de Representação Semiótica parecem oferecer elementos interessantes para o enriquecimento das práticas formativas dos professores e, por conseguinte, à sua atuação na Educação Básica, uma vez que favorecem o desenvolvimento crítico e social do indivíduo e a compreensão conceitual a partir de diferentes representações para um mesmo conceito (por exemplo, a associação entre registros algébricos e gráficos). O estudo do ICMI corrobora essas ideias, sugerindo, como abordagens à formação de professores, a promoção da literacia estatística e do raciocínio estatístico dos professores; o envolvimento com dados reais; o trabalho com projetos e investigações estatísticas; o trabalho com tecnologia; e a articulação da formação de professores com sua própria prática em sala de aula (Batanero; Burril; Reading, 2011).

É patente que um curso de algumas horas, abordando conteúdos específicos de Probabilidade e Estatística, não oferece elementos suficientes para uma mudança ou para a consistência da prática letiva. As pesquisas a respeito da formação continuada de professores apontam como alternativa a constituição de grupos colaborativos, nos quais a formação se dá a partir das dificuldades e das inquietações dos próprios integrantes, que, por meio de reflexões e estudos, negociam significados e elaboram conhecimento significativo, corroborativos àqueles esperados na formação inicial. Tal perspectiva é compartilhada pelo estudo ICMI, ao afirmar que a promoção do trabalho colaborativo entre os pares é fundamental para ampliação de conhecimentos e desenvolvimento profissional contínuo (Ponte, 2011). Este parece ser um outro campo fértil e pouco explorado, para pesquisas que busquem explicitar elementos concorrentes a uma formação consistente e ao desenvolvimento do letramento estatístico de professores.

Em decorrência dos resultados e de nossa experiência associada aos apontamentos do estudo do ICMI (Batanero; Burril; Reading, 2011), apresentaremos a seguir algumas temáticas que podem orientar e fortalecer as pesquisas no campo da Educação Estatística.

Ideias estatísticas fundamentais: parece não haver consenso entre os diversos países sobre quais conceitos e habilidades estatísticos e probabilísticos devem ser explorados na Educação Básica. Enquanto aspectos relacionados a dados,

variabilidade, representações gráficas e tabelares parecem estar presentes nos currículos, de modo geral, ainda são grandes as discussões quanto à abordagem de medidas estatísticas, modelos probabilísticos, distribuições, amostragem e inferência. As pesquisas podem explicitar o que é razoável ou não.

Papel da probabilidade no currículo de Estatística: embora tenhamos assumido a presente discussão na perspectiva da estocástica, que presume o trabalho indissociável entre Probabilidade e Estatística, esta é outra questão divergente que necessita de discussões mais aprofundadas, tendo em conta os apontamentos deste artigo.

O papel da tecnologia na Estatística: embora sejam patentes as discussões a respeito da tecnologia na educação matemática, apenas uma pesquisa abordou um *software* no ensino de Estatística e com foco no professor de Matemática. Considerando que a experiência é fundamental para o desenvolvimento de uma postura crítica em face de metodologias e estratégias de ensino, julgamos urgentes estudos a respeito das possibilidades e dos limites da tecnologia no ensino e na aprendizagem de Estatística, tanto na Educação Básica quanto na formação de professores.

Pensamento matemático X pensamento estatístico: pelas discussões realizadas, parece evidente a diferença entre pensar matematicamente e estatisticamente. Contudo, apenas a pesquisa D06 explora essa ideia, o que nos parece não ser suficiente para elucidar semelhanças e diferenças e, assim, contribuir para o estabelecimento de estratégias que favoreçam a mobilização do raciocínio estatístico em meio à matemática. Uma outra discussão que pode ser feita, a partir da compreensão anterior, refere-se à adequabilidade da Estatística ao currículo de Matemática.

O papel da avaliação na condução do processo de aprendizagem: pensando na importância que a avaliação imprime ao currículo, ao conteúdo e às estratégias didáticas, consideramos relevante investigar de que modo o processo avaliativo pode favorecer o desenvolvimento da literacia estatística.

Atitudes, concepções e crenças de professores: o estudo ICMI aponta que mesmo aqueles professores com disponibilidade para aprender estatística acreditam que os alunos têm mais dificuldade para desenvolver tarefas estatísticas que outras tarefas matemática. Além disso, as constatações de nossas análises, de que os próprios professores não se sentem (e não estão) preparados para auxiliar seus alunos, revelam ser pertinente o aprofundamento das discussões

relacionadas às crenças e concepções de professores e a seus reflexos na prática letiva, de modo a explicitar elementos, a serem explorados nos processos de formação, que contribuam para superação de dificuldades.

Temos clareza das limitações do presente trabalho e acreditamos que ele não caracteriza um ponto de chegada, mas contribui para as pesquisas no campo da Educação Estatística, na medida em que aponta questões importantes a serem exploradas, sem desconsiderar o que já foi produzido em nosso país. Acreditamos que é preciso discutir e apresentar propostas alternativas de formação de professores, que lhes possibilitem compreender e trabalhar com a Educação Estatística, em todos os níveis de ensino.

Referências

- BALACHEFF, N. Les connaissances, pluralité de conceptions: le cas des mathématiques. *Les Cahiers du Laboratoire Leibniz*, Grenoble, n. 19, p. 83-90, 2001.
- BALACHEFF, N.; GAUDIN, N. Students conceptions: an introduction to a formal characterization. *Les Cahiers du Laboratoire Leibniz*, Grenoble, n. 65, p. 1-21, 2002.
- BATANERO, C.; BURRILL, G.; READING, C. Overview: challenges for teaching statistics in school mathematics and preparing mathematics teachers. In: BATANERO, C.; BURRILL, G.; READING, C. (Ed.). *Teaching Statistics in School Mathematics - Challenges for Teaching and Teacher Education: A Joint ICMI/IASE Study*. London: Springer, 2011. p. 407- 418.
- BATANERO, C.; DÍAZ, C. Training Teachers to Teach Statistics: what can we learn from research? *Statistique et Enseignement*, Paris, n. 1, p. 5-20, 2010.
- CAZORLA, I. M.; KATAOKA, V. Y.; SILVA, C. B. da. Trajetória e perspectivas da Educação Estatística no Brasil: um olhar a partir do GT12. In: LOPES, C. E.; COUTINHO, C. Q. S.; ALMOLOUD, S. A. (Org.). *Estudos e reflexões em Educação Estatística*. Campinas: Mercado de Letras, 2010. p. 19-44.
- DUVAL, R. Les différents fonctionnements possibles d'une figure dans une démarche géométrique. *Repères*, Nancy, n. 17, p. 121-138, 1994.
- DUVAL, R. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo da compreensão em Matemática. In: MACHADO, S. D. A. (Org.). *Aprendizagem em Matemática: registros de representação semiótica*. Campinas: Papirus, 2003. p. 11-33.
- FIORENTINI, D.; SOUZA JR., A. J. de; MELO, G. F. A. Saberes docentes: um desafio para acadêmicos e práticos. In: CORINTA, M. C. G.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E. M. de A. (Org.). *Cartografias do trabalho docente: professor(a)-pesquisador(a)*. Campinas: Mercado de Letras/ALB, 1998. p. 307-335.
- GAL, I. Adult's Statistical Literacy: meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, Auckland, v. 70, n. 1, p. 1-25, 2002.
- LOPES, C. A. E. O ensino da estatística e da probabilidade na educação básica e a formação

dos professores. *Cad. Cedes*, Campinas, v. 28, n. 74, p. 57-73, jan./abr. 2008.

PIMENTA, S. G. Professor reflexivo: construindo uma crítica. In: PIMENTA, S. G.; GHEDIN, E. (Org.). *Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito*. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2010. p. 17-52.

PONTE, J. P. *O computador: um instrumento da educação*. Porto: Texto Editora, 1990.

PONTE, J. P. Preparing Teachers to Meet the Challenges of Statistics Education. In: BATANERO, C.; BURRILL, G.; READING, C. (Ed.). *Teaching Statistics in School Mathematics - Challenges for Teaching and Teacher Education: A Joint ICMI/IASE Study*. London: Springer, 2011. p. 299- 309.

RUMSEY, D. J. Statistical literacy as a goal for introductory statistics courses. *Journal of Statistics Education*, Alexandria, v. 10, n. 3, 2002. Disponível em: <<http://www.amstat.org/publications/jse/v10n3/rumsey2.html>>. Acesso em: 08 dez. 2009.

VERGNAUD, G. La theorie des champs conceptuels. In: BRUN, J. (Org.). *Didactique des Mathématiques*. Lausanne: Delachaux et Niestlé, 1996. p. 197-242.

WILD, C.; PFANNKUCH, M. Statistical Thinking in Empirical Enquiry. *International Statistical Review*, Auckland, v. 67, n. 3, p. 223-265, 1999.

Submetido em 05/12/2012

Aprovado em 11/02/2014