

Aspectos filosóficos, psicológicos e políticos no estudo da Probabilidade e da Estatística na Educação Básica

Philosophical, phisicological and political aspects in study of probability and statistics in Elementary, Middle and High School

CELI ESPASANDIN LOPES¹

LEANDRO DE OLIVEIRA SOUZA²

Resumo

Este artigo visa a uma discussão sobre aspectos filosóficos, psicológicos e políticos relacionados ao ensino de Probabilidade e Estatística. Busca-se promover questionamentos sobre o desenvolvimento do estudo dessas temáticas no currículo da Educação Básica. Realizou-se um levantamento bibliográfico para discutir as abordagens teóricas e metodológicas utilizadas para o desenvolvimento dos raciocínios estatístico e probabilístico. O processo analítico sobre esses referenciais foi interpretativo e buscaram-se convergências a partir de múltiplas leituras dos referenciais teóricos, a fim de apontar indicadores dos conceitos e dos procedimentos probabilísticos e estatísticos que poderão ser considerados na elaboração e na efetivação dos currículos de matemática.

Palavras-chave: Educação Estatística. Currículo de Matemática. Probabilidade e Estatística. Ensino Fundamental.

Abstract

This article aims to raise a discussion about philosophical, psychological and political aspects related to Probability and Statistics teaching. It seeks to promote questions about the development of the study of these subjects in the curriculum of Elementary, Middle and High school. A bibliographic survey was carried out to discuss theoretical and methodological approaches used to development of statistical and probabilistic reasoning. The analytical process on these references was interpretive and sought convergence from multiple readings on the theoretical references in order to point out indicators about concepts probabilistic and statistical procedures that can be considered in the elaboration and effectiveness of mathematics curricula.

Keywords: Statistics Education. Mathematics Curriculum. Probability and Statistics. Elementary school. Middle and High School.

¹ Doutora em Educação: Universidade Cruzeiro do Sul, Professora Titular do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. E-mail: celi.espasandin.lope@gmail.com.

² Doutor em Ensino de Ciências e Matemática: Universidade Federal de Uberlândia, Professor dos Programas de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Federal do Amazonas e Universidade Federal de Uberlândia. E-mail: olilean@gmail.com.

Introdução

Com a intenção de apontar indicadores que contribuam para o exame do currículo da Probabilidade e da Estatística ao longo da Educação Básica, realizamos um estudo bibliográfico, de forma a suscitar uma discussão acerca da abordagem do conhecimento estatístico e probabilístico, pautada nos aspectos filosóficos, psicológicos e políticos dessas temáticas. Este estudo é uma ampliação da pesquisa de Lopes e Mendonça (2016).

Neste texto discutiremos a Probabilidade como um conceito integrado ao ensino de Estatística. Adotamos essa abordagem, porque ambas, Probabilidade e Estatística, compartilham estudos sobre aleatoriedade e variabilidade em situações cuja ocorrência de eventos não pode ser prevista com certeza absoluta. Outra razão é que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC)³ – também nosso objeto de estudo – dá indicativos de que a probabilidade e a estatística serão conceitos abordados de maneira entrelaçada durante o processo de ensino da Matemática no Brasil.

Outra razão para tratarmos esses conceitos de maneira integrada é que, em estudos estatísticos, a probabilidade dita as regras da análise, de forma que permite determinar um nível de confiança sobre os objetos analisados. O nível de confiança sobre os resultados de um experimento pode ser posto *a priori* ou *a posteriori*. Se *a priori*, exige-se uma análise da estrutura do experimento, consideram-se eventos equiprováveis, não se desenvolvem ações empíricas ou de coleta de dados (visões da probabilidade clássica, de propensão e lógica) (BATANERO et al., 2016). Quando *a posteriori*, desenvolve-se uma análise sobre a distribuição dos dados coletados, busca-se um grau de convergência dos eventos da frequência relativa a partir de certo número de ensaios, tomam-se fatos empíricos, sem preocupação *a priori* com a equiprobabilidade (visão frequentista da probabilidade). Ainda nos estudos estatísticos mais recentes, pode-se determinar um nível de confiança acompanhando os movimentos do fenômeno *a priori* e *a posteriori* conjuntamente (visão subjetiva e intersubjetiva da probabilidade).

Observamos, na literatura de Educação Estatística, algumas produções que têm o foco sobre o currículo de matemática e a inserção de conceitos probabilísticos e estatísticos (Gonçalves, 2005; Lopes, 1998; Rotunno, 2007) na Educação Básica. No entanto, discussões sobre o ensino dos aspectos filosóficos e psicológicos, sobre avaliação e sobre abordagens de ensino são feitas paralelamente ao ambiente escolar por

³ <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio>

pesquisadores acadêmicos. Nesse sentido, a produção científica é determinante nas mudanças curriculares, embora ela não reflita em mudanças na prática docente e, muito menos, nos objetivos de ensino das escolas. A falta de discussão no ambiente escolar reforça a dualidade entre os conceitos de probabilidade absorvidos pelos docentes, que frequentemente recorrem a apenas uma das visões (clássica ou frequentista), desprezando as visões diferentes que também aparecem nos discursos dos estudantes durante as aulas.

Implementar inovações curriculares é muito mais complexo do que fazer prescrições políticas curriculares. A interpretação e a implementação de uma reforma, por parte dos professores, depende fortemente da congruência das ideias normativas e do quadro interpretativo pessoal dos docentes, por um lado, e da fundamentação subjacente à reforma, por outro. Uma das razões para que haja uma discrepância entre o que está escrito e o que se pratica é que tanto as escolas quanto as salas de aulas são constituídas em diferentes contextos que interferem nas práticas de ensino e aprendizagem e também no potencial para mudanças curriculares (MÄRZ; KELCHTERMANS, 2013).

Reformas educacionais nem sempre implicam em mudanças curriculares na prática, mas sugerem aprimoramento na educação. Por isso, inevitavelmente trazem-se para a discussão assuntos sobre normatização (qual seria a melhor prática? quais são os critérios usados para se determinar o que constitui uma boa prática?), assim como questões de poder e legitimação (quem define o que é melhor para se ensinar?) (MÄRZ; KELCHTERMANS, 2013). Para romper a resistência nas implementações curriculares, torna-se necessário envolver os docentes da Educação Básica nas decisões e também em formações colaborativas em que possam discutir suas particularidades. Além disso, é importante que se considerem a cultura escolar e suas subculturas na implementação de novos currículos de estatística. Isso ajudará a estruturar a forma como os professores implementarão o seu ensino nas escolas.

Realizamos um levantamento bibliográfico que apresenta subsídios para este estudo, a fim de obter parâmetros que viabilizassem a ampliação das discussões. O processo analítico desses referenciais e documentos foi interpretativo e disponibilizou indicadores que poderão ser considerados em futuras elaborações de currículos de matemática que indiquem a inserção de probabilidade e estatística na Educação Básica. Elegemos categorias a partir de múltiplas leituras do referencial teórico.

Não optamos por uma teoria específica de currículo para apontar indicadores relevantes para o ensino e a aprendizagem da Probabilidade e da Estatística, uma vez que não

temos a intenção de apresentar uma lista de conteúdos a serem trabalhados linearmente. Tencionamos promover discussões e reflexões sobre possíveis indicadores que poderão servir de norteadores para os professores elaborarem e desenvolverem atividades de ensino com seus alunos e/ou apontar fundamentos teóricos e metodológicos para futuras elaborações curriculares. Para tanto, tomamos como referência alguns aspectos das teorias de aprendizagem de Bruner (1965, 1976) e de Vygotsky (1988, 1989), estudos sobre aspectos filosóficos e epistemológicos no ensino de Probabilidade e Estatística, pesquisas que embasam as concepções psicológicas de raciocínio e pensamento estatístico e, por último, considerações políticas que levantam aspectos particularmente relevantes para a Educação Estatística e podem respaldar nossas ponderações.

Percurso Metodológico

Realizamos um estudo documental e bibliográfico, considerando a discussão feita por Oliveira (2007) sobre a distinção entre essas modalidades de pesquisa. Para essa autora, a pesquisa bibliográfica é uma modalidade de estudo e análise de documentos de domínio científico: livros, periódicos, enciclopédias, ensaios críticos, dicionários e artigos científicos. Trata-se de estudo decorrente de fontes científicas e, portanto, não recorre diretamente aos fatos ou fenômenos emergentes da realidade empírica, enquanto a pesquisa documental se centra na busca de informações em documentos que não receberam nenhum tratamento científico. A diferença entre ambas está na natureza das fontes: a pesquisa bibliográfica remete para as contribuições de diferentes autores sobre o tema, atentando para as fontes secundárias, enquanto a pesquisa documental recorre a materiais que ainda não receberam tratamento analítico, ou seja, as fontes primárias.

Considerando tais conjecturas, realizamos inicialmente a seleção e a análise de textos científicos que apresentassem discussões de natureza filosófica, psicológica e política sobre a implementação de currículos e os raciocínios estatísticos e probabilísticos. Depois procedemos a uma análise preliminar da proposta de documento curricular no Brasil (BNCC, 2016), buscando evidenciar as indicações e as articulações indicadas para a abordagem dos conceitos e para o trabalho com procedimentos que contribuíssem para essas duas formas de raciocínio.

A análise foi desenvolvida por meio de uma discussão sobre os temas, as referências bibliográficas e os indicativos teóricos e metodológicos enunciados implicitamente na proposta curricular BNCC. Organizamos este texto, trazendo a revisão epistemológica,

filosófica e política da Probabilidade e da Estatística e das formas de raciocínio probabilístico e estatístico, seguidas de discussões decorrentes do processo de análise e de algumas considerações.

Aspectos de Aprendizagem e o Currículo

Um dos aspectos que entendemos ser relevantes ao ensino de Estatística é ensinar através da resolução de problemas e processos investigativos. Essa perspectiva é discutida por Onuchic e Júnior (2016). Os autores destacam que, em qualquer contexto de ensino e de aprendizagem, ressalta-se a importância da produção de sentidos e significação dos conceitos. Embora esses conceitos possam ser tratados como sinônimos, Onuchic e Júnior (2016) esclarecem que o sentido se dá por processos psicológicos mentais subjetivos, e ele é a soma de todos os fatos psicológicos que despertam em nossa consciência. Sentido tem uma forte influência na conceitualização de significado. O significado, por sua vez, é produzido por meio das práticas sociais (sociointeracionistas ou socioconstrutivistas) como uma possibilidade de visualização de conceitos, de ideias e de pensamentos. Assim, a formação de imagens é constituída por signos e sentidos socialmente produzidos, ou seja, por aquilo que se constrói nas relações, se estabiliza e é acordado entre as pessoas. A produção de sentidos e a negociação de significados ocorrem no nível social através de atividades de cunho interacionistas.

Para Bruner (1965), o aluno deve resolver problemas e conjecturar, proposta que converge com o processo empreendido no campo científico da Probabilidade e da Estatística. Ele acredita que a solução para muitas questões depende de uma situação ambiental que se apresente como um desafio à inteligência do estudante (BRUNER, 1976). Por essa perspectiva, a formação de conceitos globais, a construção de generalizações coerentes e a explicitação da estrutura funcionam como facilitadores da aprendizagem.

A proposta de currículo (BNCC) sugere que, por meio de conhecimentos iniciais da Probabilidade e da Estatística, os(as) estudantes comecem a compreender a incerteza como objeto de estudo da Matemática e o seu papel na compreensão de questões sociais que são úteis à construção de valores. Propõe também que se tornem capazes de fazer uma análise mais crítica, por exemplo, levando em consideração que, nem sempre, uma resposta é única e conclusiva.

A tais ideias pode-se agregar, conforme a perspectiva vygotskyana, o fato de que o pensamento é construído gradativamente em um ambiente histórico e essencialmente social. Para Vygotsky (1988, 1989), a interação social possui um papel fundamental no desenvolvimento cognitivo e no desenvolvimento cultural de um sujeito. Portanto, ela é origem e motor da aprendizagem e do desenvolvimento intelectual.

A BNCC afirma que o ensino das noções relativas à Probabilidade tem como finalidade a compreensão, desde cedo, de que nem todas afirmações sobre fenômenos são certas, ou seja, nem todos os fenômenos são determinísticos. É fundamental essa percepção para a compreensão de como funcionam a sociedade e os fenômenos da natureza. Com relação à Estatística, o documento sugere que inicialmente os estudantes sejam envolvidos com o trabalho de coleta e organização de dados de uma pesquisa de interesse deles; aprendam a planejar uma pesquisa e a desenvolvê-la adequadamente; venham a conhecer o papel da Estatística na vida cotidiana; e que sejam estimulados a comunicar dados oriundos de pesquisa, fazendo a sua leitura crítica. Nesse contexto, a leitura, a interpretação, a resolução de problemas e a construção de tabelas e gráficos têm papel fundamental, bem como a forma de produção de um texto escrito para a comunicação de dados. A BNCC também sugere que a Estatística ajude a compreender – como parte do processo de produção de conhecimento – que um texto deve sintetizar ou justificar as conclusões.

Os recursos tecnológicos também podem ser ferramentas úteis nesses ambientes, contribuindo para uma nova prática. Atualmente, as ferramentas computacionais permitem, por exemplo, a criação de inúmeras simulações de amostra baseadas em modelos probabilísticos de populações e a determinação de diversos parâmetros através de uma abordagem frequentista ou de testes de modelos teóricos, comparando seu comportamento com dados reais observados (CHAPUT; GIRARD; HENRY, 2011). No entanto, utilizar simulações em sala de aula pode exigir do professor, por um lado, que compreenda e conduza as diferentes concepções dos estudantes; e, por outro, que favoreça um processo de interação em que haja proposição de crenças e de ações heterogêneas (SOUZA; LOPES, 2011), o que corrobora as ideias postas anteriormente nesta seção. Na perspectiva do uso de recursos tecnológicos, é interessante estimular o trabalho colaborativo, de forma a potencializar o desenvolvimento cognitivo dos alunos. Nas perspectivas teóricas levantadas neste texto, somos seres históricos e sociais e, portanto, produzimos cultura através de nossas experiências. Essa compreensão, na Educação Estatística, é muito pertinente, já que o processo de descoberta, a resolução de

problemas, a colaboração, a interação social, os recursos tecnológicos e os contextos culturais são essenciais para o processo de ensino e aprendizagem da Probabilidade e da Estatística.

A partir de tais considerações, defendemos que a implementação da educação estatística no currículo escolar deve romper com qualquer direcionamento linear, que determine pré-requisitos para o processo de ensino e aprendizagem. O currículo é sempre delineado por aspectos culturais e sociais, e, por isso, sua implementação é marcada pela indeterminação, pela incerteza e pela complexidade. Assim, para que uma proposta de estudo da Probabilidade e da Estatística seja incluída nesse currículo, deverá atribuir ênfase ao desenvolvimento de habilidades e de múltiplas formas de raciocínio, por meio de estudos investigativos que tenham seus centros na formulação e na resolução de problemas.

Na nossa concepção, tratar hierarquicamente o currículo de Probabilidade e Estatística poderia impedir abordagens que: privilegiem o trabalho sobre conteúdos de interesse dos estudantes; promovam estudos por meio de projetos de investigação e integração com outras disciplinas; atribuam significado às aplicações dos conteúdos; construam modelos; deem suporte a atividades concretas; desempenhem atividades por meio de simulação física ou virtual com foco na descoberta.

Steinbring (1989) enfatiza que é importante diferenciar a Matemática da Estatística: a Matemática traz consigo uma visão determinista e tem uma natureza dedutiva o que privilegia a ênfase em uma resposta única. A Estatística está mais preocupada com a inferência do que com a dedução, e, especificamente, várias inferências podem ser desenhadas a partir de um conjunto de dados, cada uma com diferentes probabilidades de ser verdadeira. Isso ressalta a importância também da comunicação nas aulas de Estatística.

Exercer a cidadania na atual sociedade exige que as pessoas sejam participativas, críticas, reflexivas e criativas. A formação em Educação Estatística pode contribuir muito para isso, já que os estudantes podem vivenciar na escola experiências que lhes permitam contrabalançar a visão determinista do universo, reconhecendo que vários problemas envolvem indeterminações que podem ou não ser modeladas.

A escola, por meio de sua organização curricular, deve propiciar a construção da identidade dos estudantes, ressaltando a individualidade e o contexto social em que estão inseridos. Diante disso, é preciso estabelecer uma prática pedagógica que respeite a heterogeneidade e dê ouvido e voz aos alunos (D'AMBROSIO, 2014). Nesse

contexto, é importante ressaltar ainda que o ensino de Estatística e Probabilidade não deve ser abordado de uma maneira estática, automática e explícita (STEINBRING, 1989). Seria adequado que os docentes refletissem sobre os diferentes níveis de conhecimentos dos alunos, que identificassem e difundissem as concepções prévias dos estudantes, levando em consideração conhecimentos extracurriculares e o trabalho colaborativo.

Visando discutir conceitos e procedimentos que poderão ser inseridos nas aulas de Matemática a partir da escolha do professor, delinearemos um panorama histórico, filosófico e epistemológico da Probabilidade e da Estatística, buscando evidenciar aspectos essenciais para a apreensão dos conceitos, dos raciocínios e dos procedimentos inerentes a essas temáticas.

Panorama Histórico, Filosófico e Epistemológico da Probabilidade e da Estatística

A compreensão dos fenômenos da natureza sempre foi objeto de estudo do homem. Cabria (1992, p. 21) considera que esse interesse deu origem a dois grupos de fenômenos, os quais compreendiam, por um lado, acontecimentos possíveis de prever e, por outro, aqueles que não possibilitavam previsão. Entre os primeiros, estavam aqueles que os homens podiam controlar, advindos de causas conhecidas, imutáveis, perseguidas e desenhadas pela inteligência humana. Já os acontecimentos que não se podiam prever, englobavam os que resultavam do “destino” ou de cadeia de eventos; os “sinais”; os deuses ou as forças desconhecidas que atuaram sobre outras divindades e sobre os homens.

Essas ocorrências eram atribuídas ao acaso, o que, conforme o autor, foi considerado por vários estudiosos como uma carência de conhecimento.

Os conhecimentos dos gregos encaixavam-se no segundo grupo. Eles já tinham experimentado os primeiros conceitos de probabilidade, associados a previsão e acaso; no entanto, na sua cultura politeísta, quando desejavam uma previsão sobre algo que poderia acontecer no futuro, recorriam aos oráculos, em vez de consultar os filósofos (BERNSTEIN, 1996). E acreditavam ser o destino determinado pelas Moiras.

De acordo com a mitologia grega, as Moiras (destino ou fato) seriam velhas irmãs fiandeiras que teciam os fios da vida e também determinavam o seu tempo de duração. Conta a mitologia que as irmãs eram cegas. Cloto, a primeira, tinha a tarefa de fiar: ela

dava a vida, tecia na roca, na máquina de fiar. Láquesis, a segunda, tinha a tarefa de enrolar e sortear o fio tecido, determinando quem morreria e quando. A terceira, Átropos, era a que cortava o fio com uma tesoura afiada, dando cabo da vida humana. Ela seria irredutível em tirar a vida daqueles escolhidos por sua irmã, Láquesis. O destino tanto dos homens quanto dos deuses seria prerrogativa das Moiras, e, no trabalho das que antecederam sua aparição, nem Zeus estava autorizado a interferir.

Outro termo usado para o destino é *tyche*, que, em grego, significa chance ou sorte. Sobre Tyche existe uma versão romana da fortuna: uma deusa feminina, também cega, que, por vezes, era representada utilizando um timão. Tyche era responsável pelas voltas da fortuna que não podiam ser controladas nem previstas e determinavam a distribuição dos bens e a coordenação da vida dos homens. Tyche foi a objetivação da ideia de que o destino, um poder arbitrário e irracional, seria superior ao poder dos deuses (PISCOPO, 2013).

A teoria da probabilidade parecia um assunto feito para os gregos, dados suas crenças e seu entusiasmo pelo jogo, suas habilidades com a matemática, seu domínio da lógica e sua obsessão com a prova. Beirnshtein (1996) surpreende-se com a falta de empenho dos gregos em fazê-la: por um lado, porque tinham conhecimento do acaso e da aleatoriedade; por outro, porque eram uma civilização não atraída por um sacerdócio dominante, que reivindicava um monopólio nas linhas de comunicação com o poder do mistério.

O acaso, como relatam Cabria (1992) e David (1962), embasou rituais de adivinhações na Antiguidade e o faz até nos dias atuais. Essa crença deu origem aos jogos de azar, usados por muitos povos ao redor do mundo em processos de tomada de decisões em situações de diversas naturezas. Essa prática foi tão disseminada que foi proibida na Roma antiga, por ser considerada um vício e por ocorrer habitualmente a adulteração de peças do jogo para favorecer um jogador (COUTINHO, 2007). Apesar da proibição, foi a partir dessa disseminação que os estudiosos da época passaram a olhar para o acaso, desmistificando a ideia de forças desconhecidas (CABRIA, 1992). O acaso passou a ser observado a partir da regularidade de seus resultados.

A análise dos jogos como origens de acaso só passou a ser formalizada a partir do século XVI, com o desenvolvimento, por Girolano Cardano (1501-1576), da análise combinatória, que favoreceu o cálculo de possibilidades e permitiu a observação de regularidades dos resultados (COUTINHO, 2007). Cabe ponderar que, com essa abordagem, o azar passou a se configurar como probabilidade.

Dado o registro tardio da formalização da teoria de probabilidade, uma grande questão que ainda é posta aos historiadores seria: se os elementos aleatórios e os jogos de azar foram utilizados pela humanidade por muitos anos (existem registros antes de Cristo), por que os homens tardiamente se preocuparam em colocar à prova teorias que explicassem o acaso e os conceitos de probabilidade no lançamento de dados? David (1962) traz algumas hipóteses. Uma delas tem a ver com os objetos que eram utilizados para os jogos e para as atividades de adivinhação divina: devido à falta de simetria dos objetos (ossos), às diferenças de tamanhos, ao desgaste e a outras irregularidades, tornava-se difícil qualquer observação empírica preservando e repetindo as condições iniciais. Outra hipótese complementar é que uma longa série de registros seria necessária para calcular a probabilidade empírica e, naqueles tempos, poucas pessoas estariam aptas a fazê-los, porque o sistema de numeração era precário.

A transição dos jogos com ossos e dados para a teoria da Probabilidade foi acompanhada pela imperfeição dos objetos e pelo sistema de numeração e contagem ineficiente para ampliação dos conceitos.

Somente no Renascimento a teoria das probabilidades foi fundamentada. Atribuem-se a Pascal os primeiros ensaios por meio de uma abordagem clássica, na primeira metade do século XVII: ele resolveu o problema de estimar um valor justo a ser dado a cada jogador, se um jogo fosse interrompido por “força maior”, dividindo proporcionalmente as apostas entre as chances de cada um (BATANERO et al., 2016). A princípio, poderíamos supor que Pascal já observasse a regularidade das frequências dos objetos; contudo, ao resolver o problema, ele não estimou a probabilidade de maneira empírica: a formalização inicial desse conceito baseou-se na suposição de que todos os eventos elementares possíveis eram equiprováveis – hipótese razoável para o tratamento em jogos de azar, utilizando uma abordagem clássica.

A compreensão do conceito de Probabilidade ainda hoje é dificultada em função das muitas interpretações e dos significados dados a esse termo. Pode-se atribuir à probabilidade o sentido de natureza fatalista e divina ou usar axiomas e fórmulas matemáticas – recursos suficientes para determinar o grau de probabilidade de ocorrência de um evento, sem questionar sua validade (CABRIA, 1992).

Além desses dois sentidos, a probabilidade ainda admite, pelo menos, mais dois sentidos distintos: o aleatório e o epistêmico. O senso aleatório é o mais apropriado aos jogos de azar, onde se reconhecem a incerteza e o acaso; já o senso epistêmico lida com o grau de crença, baseando-se no reconhecimento de que é possível haver evidências *a priori* e

um conhecimento prévio sobre o experimento a ser realizado, o que poderia mudar a acurácia das previsões. Em algumas situações investigativas, em ambientes de incerteza, ambos os sentidos podem se entrelaçar e ajustar modelos que expliquem melhor o fenômeno em estudo.

Em meio a esses extremos, há ainda outras diversas interpretações do conceito de probabilidade, dentre as quais se situam aquelas que podem levar em conta as crenças ou as vivências anteriores acerca de um determinado fenômeno. Muitas pessoas, de maneira geral, ao fazer previsões e tomar decisões em situações de incerteza, não utilizam os cálculos de probabilidade ou as teorias estatísticas; ao invés disso, baseiam-se em um número limitado de heurísticas, que, por vezes, podem ajudar razoavelmente, mas, por outras, podem levar a graves erros de interpretação dos fenômenos (MYRVOLD, 2012).

Segundo os argumentos de Araújo e Iglioni (2013), compreender as várias interpretações de probabilidade, na perspectiva da complementaridade, significa buscar a identidade da probabilidade com a variabilidade, sem dissociar os aspectos que compõem sua dualidade objetiva e subjetiva.

Para Lopes e Mendonça (2016), é aí que está posta a intersecção com a Estatística, que, como ciência de análise de dados, toma a variabilidade como centro de seus estudos. A lei da probabilidade é uma proposta de explicação de um fato fundamental sobre a longa frequência de execução, ou seja, um fato dado como certo, que ainda nos permite prever o que vai acontecer a seguir, com base na sua frequência (HACKING, 1964). Ele não parece dedutível de quaisquer fatos mais fundamentais, exceto, talvez, aqueles que dele diferem apenas na generalidade.

Cabria (1992) considera que os axiomas de Kolmogorov, somados à lei da Probabilidade, constituem-se, em parte, da definição postulante do acaso, ou seja, a frequência a longo prazo e a lei dos grandes números, o que parece ser parte dos fundamentos da Estatística.

Assim se evidencia o entrelace da Probabilidade com a Estatística. No entanto, ainda cabe discutir algumas das principais interpretações de Probabilidade, visando às intervenções pedagógicas adequadas para o estudo probabilístico na educação básica.

Interpretações da Probabilidade e o entrelace com a Estatística

As principais interpretações de Probabilidade podem ser assim explicitadas:

Interpretação clássica. Nessa perspectiva, a probabilidade é a razão entre os casos favoráveis e o total de casos igualmente possíveis. Utiliza-se de conceitos de combinatória, proporções e uma análise *a priori* da estrutura do experimento, com foco em prover uma expectativa por meio da equidade. Embasa-se na ideia de que dois casos são igualmente prováveis, se não houver razão para preferir um ao outro. Segundo Batanero et al. (2016), essa abordagem tem sido amplamente criticada, uma vez que a suposição de equiprobabilidade de resultados é subjetiva e impede a aplicação da probabilidade a uma ampla variedade de fenômenos naturais em que essa suposição poderia não ser válida.

Interpretação frequentista. Utiliza-se de procedimentos estatísticos para análise de dados *a posteriori*. Essa visão sugere que a repetição de uma experiência um grande número de vezes e a observação das frequências relativas de cada ocorrência convergem para uma probabilidade. Os primeiros estudos tiveram como precursor Bernoulli, que postulou a lei dos grandes números, baseado em estudos sobre expectativa de vidas e seguros. Considera que as probabilidades de cada evento se encontrariam no limite para um número infinito de repetições de uma experiência. Esse procedimento é usado nas ciências empíricas e é adequado a situações em que não existam eventos equiprováveis ou se desconheça essa característica, mas os eventos sejam independentes. Há alguns problemas para essa abordagem: uma desvantagem prática é que só obtemos uma única estimativa de probabilidade, e essa pode variar de um experimento para outro. Além disso, ela não é adequada, quando não é possível repetir uma experiência exatamente nas mesmas condições iniciais (BATANERO et al., 2016). Outro problema para essa abordagem é determinar o número de repetições que possibilitem a convergência para uma fração indicativa de uma probabilidade aceitável.

Interpretação logicista. A probabilidade de uma crença mede o grau de confiança que se pode ter nela, tomando como base a evidência disponível. Utiliza-se da lógica proposicional e indutiva. Estabelece-se por um grau objetivo de uma crença, que pode ser revisado conforme se adquire experiência sobre o evento. Relaciona duas afirmações e procura generalizá-las. Mantém a ideia clássica de que as probabilidades podem ser determinadas *a priori* por um exame do espaço de possibilidades; no entanto, às possibilidades podem ser atribuídos pesos desiguais. Nesse caso, a probabilidade $p(h/e)$, seria uma relação lógica entre proposições (hipótese [h] e as evidências disponíveis [e]). Existem também alguns problemas com essa abordagem. Primeiro, a probabilidade é definida a partir de uma linguagem formal, em que as relações do estudo são

explicitadas. Muitas confirmações são possíveis, dependendo das escolhas disponíveis de medidas iniciais e da linguagem com que a hipótese inicial é declarada. Por último, a falta de critérios para determinar probabilidades iniciais, que pode variar de uma pessoa para outra, gera dificuldade para a aplicação dessa visão (BATANERO et al., 2016). Os pesquisadores Araújo e Iglori (2013) consideram que essa interpretação evidencia o aspecto qualitativo da probabilidade.

Interpretação subjetivista. É considerada uma evolução da interpretação logicista. Nas três abordagens apresentadas anteriormente (clássica, frequentista e lógica), “a probabilidade é dada por um valor ‘objetivo’ que atribuímos a cada evento. No entanto, o teorema de Bayes, publicado em 1763, provou que a probabilidade de um evento pode ser revista à luz de novos dados disponíveis” (BATANERO et al., 2016, p. 5). Usando o teorema de Bayes, uma probabilidade determinada *a priori* pode ser transformada em uma probabilidade determinada *a posteriori*, desde que se baseie em novos dados, quantas vezes for necessário. Nesse caso, seu caráter objetivo é perdido. Do ponto de vista subjetivista, a repetição da mesma situação não é mais necessária, e por isso as aplicações da probabilidade entram em novos campos, como na política e na economia, onde é difícil garantir repetições de experimentos.

Interpretação intersubjetiva. Esta visão de probabilidade se origina do desenvolvimento da teoria subjetiva (GILLIES, 1991). Mas, neste caso, a probabilidade é vista como o grau de consenso de crença de um grupo social (ARAÚJO; IGLIORI, 2013). Considera-se que as nossas crenças são compartilhadas por um grande contingente de membros de um grupo social, e é por meio das interações sociais com esse grupo que um indivíduo as adquire. Segundo Gillies (1991), o conceito de probabilidade intersubjetiva tem aplicações em diversas áreas. Por exemplo, na economia, a conjunção de duas alegações faz o conceito de probabilidade intersubjetiva ser plausível: (I) as crenças dos agentes econômicos em situações de incerteza afetarão a economia; e (II) um determinado grau de crença só terá um efeito se for compartilhado por um grupo bastante extenso de agentes econômicos.

Interpretação das propensões. É uma análise feita *a priori* e leva em consideração uma tendência ou disposição física de objetos. Conforme Popper, citado por Freire Jr. (2004, p. 111), “[as probabilidades] caracterizam a disposição (ou a propensão) do arranjo experimental provocar certas frequências características quando o experimento é repetido muitas vezes”. Desse ponto de vista, essa interpretação da probabilidade se aplica a um evento único e busca resolver um problema da abordagem

frequentista que se ocupa apenas de uma sequência de eventos. A interpretação da probabilidade como propensão foi desenvolvida, conforme Freire Jr. (2004), por Popper em 1957. Sobre essa visão, o autor esclarece que probabilidades para eventos singulares têm significado, mas expressam as propriedades do objeto físico (no exemplo de Popper [1957], o dado) e das condições experimentais (no exemplo de Popper [1957], o procedimento do lançamento) nas quais estamos atribuindo probabilidade ao evento. Popper refere-se, então, à propensão, ou a tendências de que, em dado arranjo experimental, o objeto se comporte de uma forma à qual possamos atribuir uma quantidade, ou seja, que nos permita atribuir a probabilidade (FREIRE JR., 2004). A probabilidade, nessa perspectiva, é compreendida como uma propriedade característica do dispositivo experimental, mais do que da sequência de eventos. Desse ponto de vista, é possível considerar que a atribuição da probabilidade $1/6$ de sair o número 5 no lançamento de um dado deve-se à propriedade desse objeto, e não à sequência resultante de diversas jogadas. Conforme Batanero et al. (2016), a interpretação de propensão da probabilidade é controversa. A propensão não é expressa em termos de quantidades empiricamente verificáveis, e então não temos nenhum método para encontrar empiricamente o valor de uma propensão. Com relação à interpretação de um único caso, é difícil atribuir uma probabilidade objetiva para eventos isolados.

As intuições sobre a probabilidade podem ser classificadas em concepções objetivas, subjetivas e intersubjetivas. Isso estabelece uma fonte de problemas, como Carranza e Kuzniak (2008) observaram. Há uma tendência a evitar pontos de vista subjetivos no ensino de Estatística. Nesse sentido, o conceito fica truncado. Na educação básica, costumam-se abordar apenas a definição frequentista e a clássica, enquanto os estudantes são confrontados também com situações problemas que exigem uma abordagem bayesiana. Argumenta-se que reduzir a probabilidade a apenas um aspecto provoca problemas de compreensão nos aprendizes.

Entrelaçar a Probabilidade e a Estatística durante o processo de ensino e aprendizagem é uma tarefa complexa, por causa das sobreposições do raciocínio probabilístico e do determinista. A Probabilidade e a Estatística pertencem a uma linha de pensamento que diverge do raciocínio determinista. Por essa razão, não basta ensinar mostrando fenômenos aleatórios. Para enriquecer a experiência probabilística, torna-se necessário estabelecer uma distinção entre o que é aleatório e o que é caos (BOROVČNIK, 2011). As possíveis interpretações sobre o conceito de probabilidade trazidas neste texto nos encaminham a uma reflexão sobre o processo de educação estatística desde a infância.

Em todos níveis de ensino deverá ser considerada uma abordagem que envolva os trabalhos com jogos, que originaram ideias probabilísticas, o levantamento e a organização de dados essenciais para verificar a variabilidade em cada evento. Além disso, é essencial trabalhar com dados reais, com simulações virtuais e empíricas e, quando possível, explorar as ideias de probabilidade e de estatística em situações próprias do contexto do aluno.

As questões históricas, filosóficas e epistemológicas da Probabilidade e da Estatística nos auxiliam parcialmente a pensar sobre o estudo dessas temáticas na educação básica, porém, importa considerar o processo cognitivo, levando em consideração as fontes decorrentes de pesquisas com vertentes da psicologia.

Elementos do pensamento e do raciocínio em Educação Estatística

A Educação Estatística requer formas de pensar e raciocinar que são próprias e específicas. O pensamento e o raciocínio são dois processos mentais distintos: a produção de pensamento pode ser consciente ou inconsciente; o raciocínio, diferentemente, é delimitado pelo consciente, com a utilização de lógica. Lopes (2012) considera que o pensamento é trazido à existência através da atividade intelectual. É um produto da mente, que pode surgir mediante atividades racionais do intelecto ou por abstrações da imaginação.

Para Lopes (2012), o pensamento é um conjunto de operações racionais, como a análise, a síntese, a comparação, a generalização e a abstração. Somamos a esse processo as crenças, os sentidos e as significações. Devemos ter em conta que o pensamento não cumpre só a função de compor a linguagem oral e a escrita – ele transmite conceitos, juízos e raciocínios. Existem diferentes tipos de pensamento: o pensamento dedutivo vai do geral ao particular; o pensamento indutivo se encaminha do particular ao geral; o pensamento analítico consiste na separação do todo em partes, as quais são identificadas ou categorizadas; o pensamento sistêmico revela uma visão complexa de múltiplos elementos, com as suas diversas inter-relações; e o pensamento crítico avalia o conhecimento. Para a pesquisadora, o pensamento é o alicerce do conhecimento, e o raciocínio é uma parte do pensamento, um processo por meio do qual podemos justificar ou defender uma determinada conclusão, a partir de um conjunto de premissas. A explicação, a inferência, a verificação e a demonstração são formas de raciocínio que possibilitam estabelecer relações de consequência entre juízos.

Ben-Zvi e Garfield (2004) entendem que o raciocínio estatístico é apresentado quando as pessoas desenvolvem ideias estatísticas e dão sentido à informação. Isso implica fazer interpretações baseadas em conjuntos de dados ou representar e fazer resumos de dados estatísticos. O raciocínio estatístico pode envolver a ligação de um conceito a outro (por exemplo, centro e propagação) ou pode combinar ideias sobre dados e acaso. Raciocinar inclui entender e ser capaz de explicar os processos e de interpretar completamente os resultados estatísticos. A análise de fenômenos de natureza aleatória exige o raciocínio estatístico – o qual tem uma natureza holística, envolvendo o processo como um todo, considerando, no entanto, cada parte que o compõe –, e a incerteza é inerente à natureza desse tipo de fenômeno (LOPES, 2008).

De acordo com Ben-Zvi e Garfield (2004), o pensamento estatístico abrange a compreensão do porquê e de como as investigações estatísticas são conduzidas; da natureza da amostragem; de como fazemos inferências de amostras para populações; e de por que é necessário projetar experimentos para estabelecer relações de causalidade. O pensamento estatístico inclui o entendimento de como os modelos são usados para simular fenômenos aleatórios, como os dados são produzidos para estimar as probabilidades e como, quando e por que as ferramentas inferenciais existentes podem ser usadas para auxiliar em um processo investigativo. Inclui também ser capaz de compreender e utilizar o contexto de um problema para formar investigações, tirar conclusões e reconhecer todo o processo (desde levantamento de perguntas até a coleta de dados, a escolha de análises para testar suposições, etc.). Por último, envolve ser capaz de criticar e avaliar os resultados de um problema resolvido por um estudo estatístico.

Outro conceito primordial para compor o pensamento estatístico é a variabilidade. “Variabilidade” tem um sentido amplo, abrange não somente a variação, mas também a instabilidade e a falta de exatidão. A variabilidade está sempre presente entre produtos, pessoas, serviços, processos, natureza, etc. A estatística também implica tentar descobrir: O que a variabilidade indica sobre os processos? Quais são as fontes de variação? Como e qual entendimento se tem dos conceitos de probabilidade para compreender, estudar e controlar a variabilidade? Estratégias que visem à melhoria de processos passam, indiscutivelmente, pela definição de ações corretivas. A eficiência das ações estará atrelada às respostas a essas questões.

A perspectiva de Wild e Pfannkuch (1999) sobre o raciocínio estatístico pode contribuir para a efetivação da Educação Estatística na forma como a concebemos. Para esses autores, o desenvolvimento do raciocínio estatístico é composto por alguns elementos:

O primeiro se refere ao reconhecimento da necessidade dos dados. É importante perceber que a base da investigação estatística é a hipótese de que muitas situações da vida real só podem ser compreendidas a partir da análise de dados coletados de forma adequada, considerando que as experiências, a intuição ou as crenças pessoais são insuficientes para a tomada de decisão. Além disso, Garfield (2002) aponta também que é necessário saber classificar os dados como quantitativos ou qualitativos, discretos ou contínuos; e saber qual tipo de dados pode ser representado em qual tipo de tabela, de gráfico ou de medida estatística.

O segundo elemento, denominado transnumeração, vincula-se à representação de dados (PFANNKUCH; WILD, 2004). A linguagem gráfica é fundamental para a organização e a análise de dados. A pertinência da mudança de representação para a aprendizagem da Matemática também foi objeto de pesquisa em Coutinho, Silva e Almouloud (2011) e em Vertuan (2007); e revelou-se um recurso importante para a observação da adequação do modelo aos dados, aspecto que pode ser favorecido pelo uso da tecnologia. Segundo Pfannkuch e Wild (2004), a transnumeração ocorre em três situações específicas: quando as medidas captam características ou qualidades em uma situação real; quando os dados coletados são reunidos em representações gráficas, tabelas ou sumários, numa busca para obter significado; por último, quando se avaliam os dados e se dá significado a eles, para comunicar de forma compreensível, em termos de situação real, para outras pessoas.

A percepção sobre a variabilidade é o terceiro elemento e inclui a consideração de que, ao julgar situações, a variabilidade que existe se transmite nos dados e ela gera incerteza. Essa compreensão permite adotar estratégias em cada passo da investigação. Desde quando identificamos o problema e planejamos a coleta de dados, tentamos reduzir ou eliminar as fontes conhecidas de variabilidade. Ainda nas fases de análise e conclusão de uma investigação, a variação determina a forma como agimos, de modo que podemos ignorá-la, planejar sobre ela ou controlá-la (PFANNKUCH; WILD, 2004). A variação como um comportamento inerente aos fenômenos aleatórios pode ser explorada mesmo em níveis básicos da Educação.

Como quarto elemento, temos o raciocínio com modelos. O ato de pensar requer o uso de modelos, já que os modelos conceituais são inerentes ao processo cognitivo (WILD;

PFANNKUCH, 1999). No que se refere à Estatística, uma representação de dados pode ser expressa na forma de gráfico, de tabela, de uma reta de regressão ou de um resumo, que, nessa concepção, é um modelo representativo da realidade que pode permitir a observação do comportamento de uma variável. De acordo com Pfannkuch e Wild (2004), no momento que usamos modelos estatísticos para raciocinar, o foco do estudo está no raciocínio baseado mais em dados agregados do que no raciocínio sobre dados individuais, embora ambos os tipos sejam usados. O raciocínio sobre dados individuais se concentra em pontos únicos, sem a tentativa de relacioná-los com um conjunto de dados. O raciocínio baseado nos dados agregados busca relacionar padrões no conjunto da amostra como um todo. Nesse sentido, é estabelecido um diálogo entre os dados e os modelos. Estes podem nos permitir encontrar padrões nos dados, encontrar propensões de grupo e ver variação sobre esses padrões através da distribuição. Nessa concepção, os modelos são linguagens por meio das quais os significados dos dados podem ser visualizados.

A integração da Estatística com o contexto, último elemento elencado, consiste no entendimento de que os dados, observados sob a perspectiva dos conceitos estatísticos, pertencem a um contexto, e conhecê-lo é fundamental para a compreensão dos significados neles impressos. Pensar sobre esses dados, relacionando-os com o contexto que os gerou, possibilitará fazer juízos, perceber implicações e realizar conjecturas (WILD; PFANNKUCH, 1999). O pensamento estatístico inclui compreender e utilizar o contexto do problema para projetar conclusões, reconhecer e entender todo o processo (desde o levantamento das questões, passando pela coleta de dados, até a análise para testar suposições). Por fim, com base no contexto, deve ser possível criticar e avaliar os resultados de um problema ou um estudo estatístico. Contudo, o contexto, em muitas investigações, pode induzir ao erro. Isso ocorre quando se tem dificuldade de selecionar procedimentos estatísticos adequados, o que faz com que as pessoas dependam de suas experiências e de suas intuições para produzir uma resposta. (BEN-ZVI; GARFIELD, 2004).

Diante de tais elementos, os autores consideram que o desenvolvimento do raciocínio estatístico é favorecido na vivência em ambientes de ensino e aprendizagem, pautada em processos de investigação sobre circunstâncias reais, de modo que o aluno seja provocado a tomar decisões com base em dados.

Os elementos destacados por Wild e Pfannkuch (1999) evidenciam que as especificidades das situações de natureza aleatória requerem raciocínios específicos, os quais podem se valer de cálculos e de modelos matemáticos.

A partir dessa perspectiva, é preciso questionar: como promover condições para o desenvolvimento do raciocínio estatístico dos estudantes? Os elementos apresentados anteriormente evidenciam a necessidade de um ambiente de aprendizagem no qual o aluno participe ativamente em um processo de investigação sobre temas e situações autênticos, para que nele se desencadeiem os raciocínios inerentes a cada etapa do processo.

A política de implementação de novos currículos

Ao longo das últimas décadas, inúmeras pesquisas têm sido dedicadas ao ensino de Estatística (TISHKOVSAYA; LANCASTER, 2012) e enfatizam que ela é um assunto importante e deve ser iniciado desde os primeiros anos da educação básica (LOPES, 1998). Contudo, durante a vida escolar, um dos grandes desafios é o fato de que a estatística deve servir a estudantes com diferentes habilidades, muitos dos quais terão experiências negativas com matemática, de maneira geral. Talvez o mais crítico seja a constatação de que os cursos afetam as percepções e as atitudes ao longo da vida escolar, o que leva muitos estudantes e, portanto, muitos futuros empregados, empregadores e cidadãos a minimizar o valor da estatística.

Fazer uma reforma curricular, de modo que as decisões políticas se convertam em uma efetiva implementação e disseminação nas práticas dos professores nas escolas não é simplesmente uma questão de execução de prescrições e procedimentos. Uma razão principal para essa discrepância é que as escolas e as salas de aulas têm características próprias e constituem contextos particulares que afetam as práticas de ensino e de aprendizagem e, conseqüentemente, interferem também em seu potencial para a mudança. März e Kelchtermans (2013) destacam que no ensino de estatística também não é diferente.

Afirma Pires (2007) que, ao reconstituir a trajetória histórica das reformas curriculares no Brasil, incluindo o período mais recente, constata-se que a participação e o envolvimento dos professores que atuam em sala de aula no processo de elaboração, discussão e implementação de inovações curriculares sempre foi bastante restrito. Não envolver os principais agentes da disseminação de novos conhecimentos é uma

abordagem política contraditória. März e Kelchtermans (2013) lembram que as políticas e as reformas educacionais nunca são neutras. São carregadas de valores demonstrados, na medida em que as decisões políticas são informadas por crenças específicas sobre o ensino nos currículos. Uma reforma educacional não só implica mudança, mas também se coloca como uma proposta de melhoria para um modelo de educação que se tornou obsoleto, mas continua sendo conduzido pelos docentes. Não envolvê-los nesse processo é aumentar o potencial de resistência.

É preciso levar em consideração que a formação dos professores nas universidades varia muito. Os conteúdos escolares com relação ao ensino da matemática normalmente são estudados em profundidade nas disciplinas universitárias. No caso da Estatística, no entanto, isso não ocorre. Burril e Biehler (2011) ressaltam que a ela frequentemente é ministrada por professores de matemática que não tiveram uma formação específica em Estatística e, por isso, acabam ensinando de uma perspectiva procedimental.

Muitas questões poderiam ser formuladas a respeito das relações entre a implementação de inovações curriculares e a participação de professores, principalmente no que tange ao ensino da estatística. Dentre elas, Pires (2007, p. 7) destaca: “Por que professores aparentam ser resistentes às novas ideias que, em geral, são veiculadas nos documentos curriculares?”. A pesquisadora atribui a resistência à falta de integração da formação de professores em processos de mudança, inovação e desenvolvimento curricular.

März e Kelchtermans (2013) entendem que um dos problemas das propostas para o ensino de estatística está na interpretação e na elaboração dos seus sentidos pelos professores – o que, conseqüentemente, traz problemas para suas práticas e para a implementação. As práticas são mediadas por crenças pessoais dos docentes sobre o conteúdo (o novo currículo), por suas ideias normativas sobre o que consideram um bom ensino e pela realidade estrutural (subculturas, papéis e posições) em que estão trabalhando. Nesse sentido, a pesquisa destaca a importância de desenvolver, nos professores, o conhecimento estatístico e o conhecimento de conteúdos pedagógicos, para que sejam implementadas novas orientações curriculares. Concluem, com a pesquisa, que uma inovação curricular e sua implementação em de sala de aula não fluem previsível e automaticamente dos objetivos dessa inovação ou das medidas de política que a inicia, pois esse processo tem uma natureza não linear.

Outros problemas que irão interferir diretamente na implementação do currículo são listados por Tishkovskaya e Lancaster (2012) em três categorias: I) o ensino e a

aprendizagem da estatística como disciplina; II) a alfabetização estatística e a comunicação estatística; e III) a profissionalização do estatístico.

Com relação à primeira categoria, os pesquisadores ressaltam a problemática do foco docente em aspectos matemáticos e mecânicos do conhecimento. O resultado é que os alunos não são capacitados para aplicar o conhecimento estatístico para resolver problemas decorrentes de um contexto específico. Além da abordagem docente, existe ainda em grande parte da população uma fobia pela matemática que acaba sendo transferida para a estatística. Isso causa uma predisposição negativa contra a estatística e resulta em falta de interesse na aprendizagem. Além disso, as concepções de probabilidade, de acordo com März e Kelchtermans (2013), não têm um consenso entre os docentes, além de serem de difícil compreensão. (BATANERO et al. 2016). Existem deficiências e insuficiências – como pré-requisito e raciocínio abstrato – nas habilidades matemáticas. Na graduação, os cursos de Estatística são normalmente ministrados sem relação com a área específica de estudo ou são ministrados por especialistas específicos num determinado assunto que não é estatístico. Não há formação específica para educadores estatísticos. Por último, há necessidade de desenvolver abordagens alternativas para a avaliação, pois as técnicas tradicionais de avaliação não fornecem dados confiáveis sobre resultados importantes dos estudantes, como, por exemplo, o raciocínio estatístico.

Na segunda categoria, ressalta-se a problemática da falta de alfabetização estatística e a incapacidade dos alunos para aplicar a estatística nas atividades da vida diária. É preciso aprimorar métodos de avaliação com o foco em levantar dados sobre as habilidades interpretativas e de alfabetização estatística dos estudantes como futuros consumidores de dados. Destaca-se a deficiência das ferramentas para avaliar o pensamento estatístico, a alfabetização estatística e a capacidade da população de compreender os resultados publicados em estudos e pesquisas relatados pela mídia ou em um contexto de trabalho. Também se considera a problemática da representação incorreta da mídia sobre questões de risco amplificadas no meio social, além da falta de compreensão dos jornalistas sobre questões estatísticas em comunicações acadêmicas.

A terceira e última categoria aponta que a estatística está em declínio no recrutamento de estudantes e professores, o que vem se tornando uma tarefa cada vez mais desafiadora. Poucos estudantes de doutoramento são atraídos para a disciplina. Em alguns países a demanda pela profissão é maior que a disponibilidade de interessados.

Isso implica em uma desvalorização do conhecimento acumulado no âmbito escolar, acadêmico, científico e social.

Considerações finais

Neste estudo evidencia-se que, para implementar um currículo de Estatística, é necessário levar em consideração as amplas características, as motivações, os contextos, os entraves e os aspectos positivos e negativos, ao se adotar uma concepção teórica para raciocinar a partir da probabilidade. Entendemos ser necessário aprofundar, não só no campo científico, mas também na formação docente, os estudos históricos, filosóficos e epistemológicos; e levantar subsídios para compreender como se desenvolvem o pensamento e o raciocínio das pessoas diante de situações problematizadas a partir da incerteza.

Na implementação de novos currículos de Estatística, levar em consideração aspectos da psicologia será determinante para a compreensão docente sobre as diferenças entre fazer estatística e fazer matemática. Os estudos teóricos e indicadores levantados neste artigo evidenciam que, ao conduzir o processo de aprendizagem de estatística, é importante compreender que os processos psicológicos mentais são subjetivos e que é a soma de todos os fatos psicológicos despertados em nossa consciência que dá sentido ao pensamento. Essa compreensão difere de sujeito para sujeito, mas também é compartilhada no contexto social. Contudo, fazer estatística também contempla aspectos objetivos, que advêm dos artefatos matemáticos constituídos pela humanidade.

Promover a apropriação do conhecimento probabilístico e do estatístico durante a Educação Básica, de forma integrada com o desenvolvimento das outras disciplinas, pautando-se em problemas do contexto social do estudante e levando em consideração a cultura escolar e suas subculturas, o trabalho colaborativo e dialético, é fundamental porque possibilita ao estudante ampliar a leitura de sua realidade e sua habilidade de investigar, interpretar e agir em diferentes contextos.

Referências

ARAÚJO, Péricles C.; IGLIORI, Sonia B. O problema epistemológico da probabilidade. *Caderno da Física da UEFS*, Feira de Santana, v. 11, n. 12, p. 57-75, 2013. Disponível em: <http://dfis.uefs.br/caderno/vol11n12/Artigo05PericlesProbabilidade.pdf>. Acesso em: set. 2016.

- BATANERO, Carmen et al. *Research on teaching and learning probability*. Switzerland: Springer International Publishing, 2016. Disponível em: http://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-31625-3_1#page-2
- BEN-ZVI, Dani; GARFIELD, Joan. Statistical literacy, reasoning, and thinking: goals, definitions, and challenges. In: BEN-ZVI, Dani; GARFIELD, Joan (Ed.). *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer, 2004.
- BERNSTEIN, Peter. *Against the gods: the remarkable story of risk*. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1996.
- BOROVCNIK, Manfred. Strengthening the role of probability within statistics curricula. In: BATANERO, Carmen; BURRIL Gail; READINGS Chris (Ed.). *Teaching statistics in school mathematics-challenges for teaching and teacher educator*. Dordrecht, New York: Springer, 2011. p. 71-83
- BRUNER, Jerome S. The growth of mind. *American Psychologist*, Washington, v. 20, p.1007-1017, 1965.
- BRUNER, Jerome S. *Uma nova teoria da aprendizagem*. Rio de Janeiro: Bloch, 1976.
- BURRIL, GAIL; BIEHLER, Rolf. Fundamental statistical ideas in the school curriculum and in training teachers. In: BATANERO, Carmen; BURRIL Gail; READINGS Chris (Ed.). *Teaching statistics in school mathematics-challenges for teaching and teacher educator*. Dordrecht; New York: Springer, 2011. p. 57-69.
- CABRIA, Segundo. *Filosofia de la Probabilidad*. Valência: Tirant lo Blanch, 1992.
- CARRANZA, Pablo; KUZNIAK, Alain. Duality of probability and statistics teaching in French education. In: BATANERO, Carmen et al. (Ed.). *Teaching statistics in school mathematics. Challenges for teaching and teacher education. Proceedings of the Joint ICMI Study 18 and 2008 IASE Round Table Conference*. Monterrey, México, 2008. Disponível em: https://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/rt08/T1P2_Carranza.pdf
- CHAPUT, Brigitte; GIRARD Jean-Claude; HENRY, Michel. Frequentist approach: modelling and simulation in statistics and probability teaching. In: BATANERO, Carmen; BURRIL Gail; READINGS Chris (Ed.). *Teaching statistics in school mathematics-challenges for teaching and teacher educator*. Dordrecht; New York: Springer, 2011. p. 85-95.
- COUTINHO, Cileda Q. S. Conceitos probabilísticos: quais contextos a história nos aponta? *REVEMAT - Revista Eletrônica de Educação Matemática – UFSC*, Florianópolis, v. 2, n.1, p.50-67, 2007.
- COUTINHO, Cileda Q. S.; SILVA, Maria José F.; ALMOULOU, Saddo. Desenvolvimento do pensamento estatístico e sua articulação com a mobilização de registros de representação semiótica. *Boletim de Educação Matemática (Bolema)*, Rio Claro, SP, v. 24, n. 39, p. 495-514, ago. 2011.
- D'AMBROSIO, Beatriz S. *Living contradictions: Negotiating practices as Mathematics teacher educators*. Presentation at AMTE, Irvine/CA. Feb. 7, 2014. Disponível em:

<https://www.amte.net/sites/default/files/living-contradictions-dambrosio-amte-2014.pdf>. Acesso em: 13 set. 2016.

DAVID, F. N. *Games, gods and gambling*. New York: Hafner Publishing Company, 1962.

FREIRE JR., Olival. Popper, Probabilidade e Mecânica Quântica. *Episteme*, Porto Alegre, n. 18, p. 103-127, jan./jun. 2004.

GILLIES, Donald. Intersubjective probability and confirmation theory. *British Journal for the Philosophy of Science*, Great Britain, v. 42, n. 4, p. 513-533, 1991.

GONÇALVES, Harryson J. L. *A educação estatística no ensino fundamental: discussões sobre a práxis de professoras que ensinam matemática no interior de Goiás*. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Brasília, Brasília, 2005. 143 f.

HACKING, Ian. On the foundations of Statistics. *The British Journal for the Philosophy of Science*, Oxford-United Kingdom, v. 15, n. 57, p.1-26, maio 1964.

LOPES, Celi E. *A probabilidade e a estatística no Ensino Fundamental: uma análise curricular*. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998. 148 f.

LOPES, Celi E. Reflexões teórico-metodológicas para a educação estatística. In: LOPES, Celi E.; CURI, Edda (Org.). *Pesquisas em educação matemática: um encontro entre a teoria e a prática*. São Carlos: Pedro e João Editores, 2008. p. 67-86.

LOPES, Celi E. A educação estocástica na infância. *Revista Eletrônica de Educação – UFSCar*, São Carlos, SP, v. 6, n. 1, p.160-174, maio 2012. Disponível em: <http://www.reveduc.ufscar.br>. Acesso em: 10 set. 2016.

LOPES, Celi E.; MENDONÇA, Luzinete. Prospectivas para o estudo da probabilidade e da Estatística no Ensino Fundamental. *Vidya*, Santa Maria, v.36, n.2, p. 293-314, jul./dez. 2016.

MÄRZ, Virginie; KELCHTERMANS, Geert. Sense-making in teacher's reception of educational reform. A case study on statistics in mathematics curriculum. *Teaching and Teacher Education*, Amsterdam, v. 29, p. 13-24, 2013.

MYRVOLD, Wayne. Deterministic laws and epistemic chances. In: MENAHEM Yemima; HEMMO Meir (Org.). *Probability in Physics*. Dordrecht; New York: Springer, 2012. p. 73-85.

OLIVEIRA, Maria M. *Como fazer pesquisa qualitativa*. Petrópolis: Vozes, 2007.

ONUCHIC, Lourdes de la Rosa; JUNIOR, Luis Carlos. A influência da leitura na resolução de problemas: questões de sentidos, significados, interesses e motivações. *Revista de Matemática, Ensino e Cultura REMATEC*, Natal, Rio Grande do Norte, v. 11, n. 21, p. 24-46, 2016. Disponível em: <http://www.rematec.net.br/index.php/rematec/issue/view/22/showToc> Acesso em: 13 set. 2016.

PFANNKUCH, Maxine; WILD, Chris. Towards an understanding of statistical thinking. In: BEN-ZVI, Dani; GARFIELD, Joan B. (Eds.). *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer, 2004.

PIRES, Célia Maria C. Implementação de inovações curriculares em matemática e embates com concepções, crenças e saberes de professores: breve retrospectiva histórica de um problema a ser enfrentado. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, Federación Iberoamericana de Sociedades de Educación Matemática (FISEM), n.12, p. 5-26, 2007. Disponível em: http://www.fisem.org/www/union/indice_2007.php Acesso em: 13 set. 2016.

PISCOPO, Carlota. *The metaphysical nature of the non-adequacy claim*. Dordrecht; New York: Springer, 2013.

ROTUNNO, Sandra A. M. *Estatística e Probabilidade: um estudo sobre a inserção desses conteúdos no ensino fundamental*. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007. 117 f.

SOUZA, Leandro de O.; LOPES, Celi A. E. O uso de simuladores e a tecnologia no ensino da estocástica. *Boletim de Educação Matemática (Bolema)*, Rio Claro, v. 24, n.40, p. 659-677, 2011.

STEINBRING, Heinz. The interaction between teaching and practice theoretical conceptions: a cooperative model of inservice training in statistics for Mathematics teachers (Grades 5-10). In: MORRIS, Robert (Ed.). *Studies in mathematics education. The teaching of statistics*. Paris 1989. p. 202-21c4. http://duepublico.uni-duisburg-essen.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-21334/The_interaction_between_teaching_practice_enlarged.pdf Acesso em: 13 set. 2016.

TISHKOVSKAYA, Svetlana; LANCASTER, Gillian. Statistical education in the 21st century: a review of challenges, teaching innovations and strategies for reform. *Journal of Statistics Education*, v. 20, n. 2, p. 1-56, 2012. Disponível em: www.amstat.org/publications/jse/v20n2/tishkovskaya.pdf. Acesso em: 13 set. 2016.

VERTUAN, Rodolfo. *Um olhar sobre a Matemática à luz dos registros de representações semióticas*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR, 2007.

VYGOSTKY, Lev S. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1988.

VYGOSTKY, Lev S. *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

WILD, Chris; PFANNKUCH, Maxine. Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistics Review*, Malden/MA, v. 67, n. 3, p. 223-265, 1999.

Recebido em 02/11/2016

Aceito em 10/12/2016