

EDUCAÇÃO ESTATÍSTICA PARA ESTUDANTES CEGOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

STATISTICAL EDUCATION FOR BLIND STUDENTS: A SYSTEMATIC REVIEW OF THE LITERATURE

Mayra Darly da Silva

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

mayra.darly@ufpe.br

Liliane Maria Teixeira Lima de Carvalho

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

liliane.lima@ufpe.br

Resumo

Neste artigo, discutiu-se os resultados de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), que teve como objetivo analisar pesquisas publicadas sobre ensino e aprendizagem de Estatística para alunos cegos no período de 2015 a 2022. Os dados da pesquisa resultaram de dissertações e teses nacionais coletados nas seguintes cinco bases: Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD); repositório de teses e dissertações do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica (PPGEduamatec), do Centro de Educação da Universidade Federal de Pernambuco; Catálogo de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes); e dados abertos da Capes. Com base numa análise qualitativa das pesquisas, identificou-se que atividades com mediações e recursos táteis, associados ao sentido da audição, potencializam a Educação Estatística de alunos cegos.

Palavras-chave: Educação Estatística, Letramento Estatístico, Estudantes cegos, Revisão Sistemática da Literatura

Abstract

In this article, we discuss the results of a Systematic Literature Review (SLR), which aimed to analyse published research on teaching and learning Statistics for blind students from 2015 to 2022. The research data resulted from dissertations and theses national ones collected in the following five databases: Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD); repository of theses and dissertations of the Graduate Program in Mathematics and Technological Education (PPGEduamatec), of the Education Center of the Federal University of Pernambuco; Catalog of theses and dissertations from the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (Capes); and open data from Capes. Based on a qualitative analysis of research, it was identified that activities with mediations and tactile resources, associated with the sense of hearing, enhance the Statistical Education of blind students.

Keywords: Statistical Education, Statistical Literacy, Blind Students, Systematic Literature Review

INTRODUÇÃO

A Educação Estatística é uma área de pesquisa voltada a investigações sobre processos de ensino e de aprendizagem de Estatística. Seus estudos envolvem indagações sobre temáticas diversificadas relacionadas a aspectos cognitivos e afetivos, epistemologia dos conceitos estatísticos, além do desenvolvimento de métodos e materiais de ensino, entre outros, com vistas ao desenvolvimento do Letramento Estatístico (SILVA; CAZORLA; KATAOKA, 2015).

O direito à educação em termos gerais e a Educação Estatística se estendem a todas as pessoas, o que inclui aquelas com algum tipo de deficiência. A Lei Brasileira da Pessoa com Deficiência (LBIPD) estabelece que os sistemas de ensino devem assegurar uma educação inclusiva que possibilite o desenvolvimento pelos estudantes de “talentos e habilidades físicas, sensoriais, intelectuais e sociais, segundo suas características, interesses e necessidades de aprendizagem.” (BRASIL, 2015, p. 6). No que concerne ao estudante cego, essa lei busca assegurar a oferta de ensino de Braille e o uso de recursos de tecnologia assistiva, de forma a ampliar habilidades funcionais dos estudantes, promovendo sua autonomia e participação.

Processos de autonomia e participação estão vinculados a uma perspectiva inclusiva, que possibilita que estudantes cegos tenham acesso às informações estatísticas. Nesse sentido, identificar como pesquisas caracterizam o ensino e a aprendizagem de Estatística para estudantes cegos constitui em importante iniciativa para compreendermos como acontece a inclusão desses alunos nas escolas.

Neste artigo, apresentamos os resultados de um estudo que objetivou analisar pesquisas publicadas sobre ensino e aprendizagem de Estatística para alunos cegos no período de 2015 a 2022. A pesquisa consistiu de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) e foi realizada com base em dissertações e teses nacionais catalogadas na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), no repositório de teses e dissertações do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Tecnológica (PPGEduMATEC), do Centro de Educação da Universidade Federal de Pernambuco, no catálogo de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e nos dados abertos da Capes.

Este texto é um recorte de uma pesquisa de doutorado financiada pela Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (Facepe), realizada pela primeira

autora e orientada pela segunda. O objetivo geral dessa investigação é: analisar desafios e possibilidades para o estabelecimento de relações entre aspectos visuais e conceituais no trabalho com gráficos para estudantes cegos na perspectiva do Letramento Estatístico.

Além desta introdução, o artigo discorre, na próxima seção, sobre um olhar mais detalhado para o Letramento Estatístico, em seguida, para a Educação Inclusiva e os estudantes cegos. Na sequência, tem-se a descrição da metodologia utilizada e dos resultados obtidos. Por fim, apresentam-se as considerações finais do estudo.

LETRAMENTO ESTATÍSTICO

As mídias divulgam diariamente informações a partir de diferentes tipos de gráficos estatísticos para apresentar notícias diversificadas, tendo algumas delas relevância social e poder de influenciar tomadas de decisões dos cidadãos. É o caso, por exemplo, de dados sobre a pandemia da Covid-19, frequentemente veiculados em representações gráficas em barras, linhas, pictográficos e infográficos

As informações e linguagem apresentadas na mídia consistem em um “contexto de leitura” (GAL, 2002) que requer do(a) leitor(a) o desenvolvimento de algumas habilidades para interpretá-las. Há 20 anos, Gal (2002, p. 1, tradução livre) já discutia que, em sociedades saturadas de informações, era essencial que cidadãos possuíssem conhecimentos básicos de Estatística, os quais “estão relacionados com as habilidades para interpretar, avaliar criticamente e comunicar informações e mensagens Estatísticas.”

A familiaridade com termos e ideias apresentadas em representações gráficas ou tabulares constitui uma das importantes questões do conhecimento estatístico e é parte de habilidades de Letramento Estatístico requeridas pelos cidadãos, segundo Gal (2002). Espera-se, portanto, que as pessoas sejam hábeis para realizar a leitura e interpretação de gráficos e conheçam as convenções na criação dessas representações, além de estarem atentas a simples violações de tais convenções. Para ler e interpretar um gráfico, é necessário que os indivíduos saibam transformar informações em conhecimento, estabelecendo relações entre aspectos conceituais e visuais da informação (CARVALHO; CAMPOS; MONTEIRO, 2010, CARVALHO; MONTEIRO; CAMPOS, 2011).

A Educação Estatística, vista sob a ótica do Letramento Estatístico, assume papel importante na formação do cidadão, referente à compreensão de sua realidade, e, até mesmo, capacita-o para tomar decisões, possibilitando, assim, que as pessoas não se

tornem reféns das armadilhas das informações (CAZORLA; CASTRO, 2008). Todavia, em algumas situações, a forma como essas representações estatísticas são utilizadas contribui para a desinformação das pessoas. Por exemplo, em meio às informações relacionadas à pandemia e divulgadas em telejornais em 2019, foi publicado na internet um vídeo de uma reportagem (JORNALISTA..., 2021) que apresenta um gráfico de segmentos utilizado para comparar, ao longo de um período, o número de casos projetados e confirmados da Covid-19 no estado da Bahia. Para demarcar que o número de casos confirmados foi inferior ao de casos esperados, a apresentadora utiliza a medida de um palmo ao afirmar: *“em vermelho são as doenças confirmadas. Até o dia 25 a gente tinha 91 casos. Essa curva escura aqui são os casos projetados que a secretaria estadual de saúde estava esperando, repare que elas estão distantes quase um palmo.”* O palmo não é medida ou parâmetro de comparação para ser utilizado na leitura e interpretação de um gráfico; além disso, nessa situação, os dados numéricos eram suficientes para auxiliar um(a) leitor(a) na identificação dessa diferença.

Conforme o modelo de Gal (2002), utilizado nesta pesquisa, para que dados estatísticos sejam compreendidos na perspectiva do Letramento Estatístico, são necessárias articulações de elementos do conhecimento (conhecimento de Estatística, Matemática, contexto, habilidades de leitura e questões críticas) com elementos disposicionais (crenças, atitudes e posturas críticas das pessoas). Esses elementos precisam ser mobilizados em processos de ensino de Estatística para potencializar o Letramento Estatístico. O ensino de Estatística, visto sob essa ótica, portanto, assume papel importante na formação do cidadão, referente à compreensão de sua realidade, e, até mesmo, capacita-o para tomar decisões, de modo a possibilitar que as pessoas não se tornem reféns das armadilhas das informações (CAZORLA; CASTRO, 2008; KATAOKA *et al.*, 2011).

EDUCAÇÃO INCLUSIVA E ESTUDANTES CEGOS

Para efeitos da LBIPD, a pessoa com deficiência “tem impedimento de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, o qual, em interação com uma ou mais barreiras, pode obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas.” (BRASIL, 2015, p. 1). Com relação à cegueira, embora esta deficiência seja considerada de um grau severo (FERNANDES, 2008, p. 20), a pessoa pode ter meios para acessar as informações. O Braille, os leitores de tela e outras

tecnologias constituem-se em instrumentos de acessibilidade para estudantes cegos. Quanto a gráficos estatísticos, por exemplo, embora não sejam percebidos pelo sentido da visão, podem se tornar acessíveis pelos sentidos remanescentes, como tato e audição, bem como pela relação com videntes. Pesquisadores enfatizam a importância da utilização de materiais manipuláveis para auxiliar estudantes cegos na aprendizagem de Matemática e Estatística (LANDIM; MAIA; SOUZA, 2020), sendo fundamental articulações dos conhecimentos docentes com vistas a antecipar possíveis dificuldades em seu uso pelos estudantes (SILVA, 2018).

O Braille e as confecções e adaptações de materiais são diferentes possibilidades para o ensino de estudantes cegos. No entanto, variadas representações podem implicar distintas formas de resolução de uma mesma atividade, conforme discutido por Fernandes e Healy (2009). As pesquisadoras investigam um processo de resolução de uma atividade de simetria realizada por dois estudantes cegos e uma estudante com baixa visão. Cada aluno utilizou três recursos diferentes para responder ao mesmo exercício. Concluiu-se que as respostas dos estudantes foram influenciadas pelo tipo de recurso e que estes imprimiram determinadas características às atividades de resolução.

No que se refere a recursos para o trabalho com gráficos estatísticos para estudantes cegos, Silva e Carvalho (2022) analisam 7 livros didáticos em Braille e identificaram que aproximadamente 28% dos gráficos são excluídos dos livros e 47% sofrem alguma mudança para outro tipo de representação, sendo as mais comuns: listagem e tabela. Nos gráficos preservados, elas encontraram erros associados, sobretudo, a problemas na escala. Elas destacam que as modificações encontradas e os erros, possivelmente, são decorrentes de limitações do Sistema Braille.

Neste artigo, consideramos fundamental analisar como vem sendo abordada em pesquisas a Educação Estatística para estudantes cegos. Assim, realizamos uma RSL cujos aspectos metodológicos encontram-se detalhados em seguida.

METODOLOGIA

A RSL é uma metodologia utilizada para identificar estudos sobre um tema, aplicando métodos explícitos e sistematizados de busca com o intuito de avaliar a qualidade, validade e aplicabilidade desses estudos. Ela difere da revisão tradicional, pois busca responder a uma pergunta pontual de pesquisa (De-LA-TORRE-UGARTE-GUANILO;

TAKAHASHI; BERTOLOZZI, 2011).

Planificamos a RSL ancoradas no protocolo apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: Protocolo da Revisão Sistemática da Literatura

Questão norteadora	Como pesquisas caracterizam o ensino e/ou a aprendizagem de Estatística para estudantes cegos?
Objetivo	Analisar pesquisas publicadas sobre ensino e aprendizagem de Estatística para alunos cegos no período de 2015 a 2022.
Tempo	Últimos 7 anos (2015 a 2022).
Bases de busca	BDTD. Repositório de teses e dissertações do PPGEdumatec. Catálogo de teses e dissertações da Capes. Dados abertos da Capes.
Crítérios de exclusão	(1) Repetição. (2) Temática: sem foco no objeto de estudo.
Descritores	Inclusão; Inclusiva; Educação Inclusiva; Educação Especial; Educação Matemática Inclusiva; Cegueira; Estudante Cego; Estudantes Cegos; Estudante Cega; Estudantes Cegas; Deficiência Visual; Braille; Livros Adaptados; Estatística; Estatístico; Gráfico; Gráficos; Ensino de Estatística; Interpretação de Gráficos; Acessível; Acessíveis; Acessibilidade; Tátil; Táteis.
Procedimentos de análise das pesquisas	de Enfoque nos objetivos, critérios para seleção ou confecção de materiais, metodologia e processo didático do uso de materiais.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

No Quadro 1, partimos da questão de pesquisa que norteou a elaboração do protocolo. Escolhemos buscar estudos a partir do ano em que foi instituída a LBIPD (BRASIL, 2015), podendo esse marco normativo ter estimulado os debates nos meios acadêmicos nesses últimos sete anos. Além disso, diversificamos as bases de dados para contemplar teses e dissertações defendidas e publicadas no Brasil no período de 2015 a 2022.

Na BDTD, acessamos a opção *Busca Avançada* a partir da associação de dois termos e/ou descritores digitados nos campos de busca com correspondência contida apenas nos títulos e com o intervalo de 2015 a 2022. Essa base de dados e a da Capes possibilitam realizar buscas de palavras com radicais semelhantes, substituindo múltiplas letras pelo uso de um termo seguido por um asterisco (*).

Na *busca avançada* da BDTD, iniciamos o levantamento utilizando termos unidos dois a dois por meio da opção de busca de *todos os termos* apresentada. Essa estratégia foi adotada para localizar teses e dissertações com títulos que continham em sua estrutura dois ou mais descritores que associam a inclusão de estudante(s) cego(s) ao ensino de Estatística, conforme segue: (1) inclu* e gráfico*; (2) ceg* e gráfico*; (3) ceg* e estatístic*; (4) visu* e estatístic*; (5) visu* e gráfico*; (6) brail* e estatístic*; (7) brail* e gráfico*; (8) especia* e gráfico*; (9) especia* e estatístic*; (10) livro e brail*; (11) tátil e gráfico*; (12) tátil e estatístic*. Além dos termos, usamos aspas para pesquisar termos compostos exatos,

conforme segue: “livro adaptado” e gráfico*; “livro adaptado” e estatístico*; “educação Matemática inclusiva”.

No Repositório do PPGEdumatec, lemos cada título da listagem das pesquisas defendidas a partir de 2015 e disponíveis em ordem ascendente. No catálogo de teses e dissertações da Capes, por sua vez, foi realizada a busca de palavras-chave exatas a partir da utilização de aspas (“”) associadas por operadores booleanos (AND, OR), como no exemplo: “Inclusão” OR “Inclusiva” AND “Estatística” OR “Estatístico” OR “Estatísticos”. Em seguida, foi realizado um refinamento a partir dos filtros “grande área de conhecimento” (ciências humanas e multidisciplinar) e “área de conhecimento” (Educação, Psicologia, Ensino de Ciências e Matemática, Educação Especial, Ensino-Aprendizagem, Ensino, Psicologia Educacional).

Nos dados abertos da Capes, foram realizados *downloads* de planilhas do *Excel* com informações referentes às publicações de teses e dissertações de 2015 apenas até 2020, pois eram as que estavam disponíveis na época da coleta. As associações realizadas nas buscas a partir das planilhas foram semelhantes àquelas feitas na BDTD. Dessa maneira, em nossa pesquisa, consideramos a primeira seleção e exclusão pela leitura dos títulos e, em seguida, pelos resumos de estudos com a finalidade de identificar e selecionar, para leitura na íntegra, os trabalhos que enfocam o ensino e/ou a aprendizagem de Estatística para estudantes cegos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O levantamento da RSL foi finalizado em 31 de março de 2022. Seguindo o protocolo de busca, listamos 626 títulos, sendo: 62 da BDTD; 188 do repositório do PPGEdumatec; 92 do Catálogo de teses de dissertações da Capes; e 284 dos dados abertos da Capes. Após a leitura dos títulos, selecionamos 29 pesquisas para ler o resumo, sendo: 5 da BDTD; 1 do repositório do PPGEdumatec; 7 do Catálogo de teses de dissertações da Capes; e 16 dos dados abertos da Capes. Ao final, obtivemos cinco dissertações e uma tese elegíveis para leitura na íntegra, conforme detalhamento apresentado no Quadro 2.

Quadro 2: Resultado do processo de busca da RSL

Título / Ano	Autor	Mod.	Banco de Dados
<i>A inclusão de alunos com deficiência visual do 9º ano do Ensino Fundamental no processo de ensino e aprendizagem de Estatística (2015)</i>	PASQUARELLI, Rita de Cássia Célio	Me.	- BDTD. - Catálogo da Capes. - Dados abertos.
<i>Catálogo de entendimento de informações gráficas para cidadãos cegos (2017)</i>	MARQUES, João Marcelo dos Santos	Me.	- Dados abertos.
<i>O Processo de Adaptação de Tabelas e Gráficos Estatísticos em Livros Didáticos de Matemática em Braille (2017)</i>	SANTOS, Rodrigo Cardoso dos	Me.	- Catálogo da Capes. - Dados abertos.
<i>Uma ferramenta para elaboração de conceitos matemáticos para estudantes com deficiência visual: gráfico em pizza adaptado (2019)</i>	ALVARISTO, Eliziane de Fátima	Me.	- BDTD. - Catálogo da Capes. - Dados abertos.
<i>Análise sobre o fenômeno da transposição didática interna no ensino de Estatística: um estudo com a inclusão de um aluno cego em uma sala de aula regular (2020)</i>	SANTOS, Vanessa Lays Oliveira dos	Me.	- Dados abertos.
<i>O contexto escolar na aprendizagem sobre gráficos para estudantes cegas dos anos iniciais (2021)</i>	SILVA, Dayse Bivarda	Dr.	- Repositório PPGEdumatec. - Catálogo da Capes.

Fonte: Elaborado pelas autoras (2022).

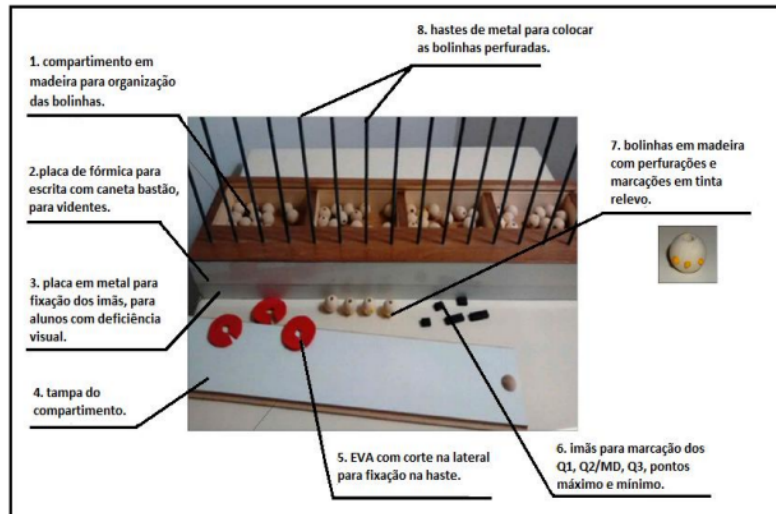
Discutimos em seguida os estudos destacando objetivos, procedimentos metodológicos e aqueles resultados alcançados que pudessem promover *insights* para discussões sobre o ensino e aprendizagem de Estatística para estudantes cegos. Consideramos, ainda nas análises, os aspectos normativos que garantem o direito ao acesso ao ensino regular e à inclusão desses estudantes nas escolas.

A dissertação de Paquarelli (2015) busca a inclusão de alunos com deficiência visual no ensino e aprendizagem de Estatística em relação aos conteúdos de medidas de tendência central, considerando sua articulação com a variabilidade dos dados numa perspectiva intuitiva. De cunho qualitativo, a pesquisa aborda a Engenharia Didática com realização de análise *a priori* e *a posteriori*, caracterizada pelo estabelecimento de comparações do trabalho didático. As atividades foram realizadas em um encontro de 1 hora e 40 minutos, correspondente a 2 aulas de 50 minutos. Participaram da aula 4 estudantes cegos, 1 com baixa visão e 3 alunos videntes. O trabalho de produção dos dados foi realizado em uma escola privada, sem fins lucrativos, localizada na Zona Sul de São Paulo, onde predomina o ensino para cegos. Deter-nos-emos em demarcar as características gerais da pesquisa relativas aos recursos utilizados.

A sala foi organizada com as mesas em formato de “U” para facilitar a comunicação entre as quatro duplas de estudantes: três duplas com um discente cego e um estudante

vidente e uma dupla composta por um aluno com baixa visão e um educando cego. Para o trabalho com média, mediana e moda, foi disponibilizado um simulador de gráfico (Figura 1) para cada dupla, a fim de que os estudantes se familiarizassem com a ferramenta e entendessem seu funcionamento tanto pela exploração tátil espontânea quanto por descrições, apresentações e esclarecimentos de dúvidas.

Figura 1: *Layout simulador*



Fonte: Pasquareli (2015, p. 69).

A pesquisadora propôs o tema “Brasil sede da Copa do Mundo em 2014 e das Olimpíadas em 2016” para o ensino de Estatística com a turma por ser um assunto atual na época da pesquisa, que envolvia situações que faziam sentido para os estudantes. Ela articulou a essa temática atividades de ensino das medidas de tendência central e de construção de gráficos e estimulou os estudantes a resolverem os problemas utilizando o simulador.

O trabalho com o simulador contribuiu para promover a interação entre os estudantes, visto que, quando o aluno cego não encontrava algo no simulador, sua dupla direcionava sua mão. Houve cooperação entre algumas duplas, demonstrando a inexistência de preconceitos e discriminação entre os pares. Além disso, segundo Pasquarelli (2015, p. 85), tanto o estudante vidente quanto o cego utilizaram, durante a realização das atividades, o verbo *ver* em suas interações, por exemplo: “*tá vendo? tô vendo.*” Para a pesquisadora, a utilização desse verbo pelo estudante cego evidencia a formação de imagens mentais por meio do tato.

Embora o tempo tenha sido insuficiente para aprofundar os conceitos, a pesquisadora ressalta que ele não foi entrave para a inclusão dos estudantes com deficiência

visual, pois o trabalho foi realizado com todos e facilitado pela forma de organização da sala. Um fator positivo foram as cooperações realizadas entre os estudantes, além da importância do uso do simulador, que se mostrou de fácil utilização pelos estudantes cegos e proporcionou autonomia na realização das atividades. O tema proposto despertou interesse nos estudantes, suscitando emoções nos sorteios das notas e comparações, além dos cálculos para classificação.

O trabalho de Pasquarelli (2015) considera um contexto como fator de fácil compreensão para os estudantes, colocando em evidência elementos de conhecimento no ensino de Estatística. Por fim, consideramos a importância do trabalho conceitual e da prática de construção dos gráficos a partir de uma atividade envolvendo diferentes etapas, culminando com a construção de gráficos com a ajuda do simulador.

Marques (2017) destaca que a Lei de Acesso 12.527/2011 prevê a adoção de medidas para garantir a acessibilidade ao conteúdo da *web*; contudo, não há diretrizes ou recomendações com orientações para projetistas ou desenvolvedores responsáveis pela divulgação do conteúdo. Assim, ele busca identificar dificuldades no entendimento de gráficos pelos cidadãos deficientes visuais, visando à melhoria nas interfaces de *sites* para tornar essas representações mais acessíveis para leitura e análise.

Participaram da pesquisa seis voluntários cegos com Ensino Médio completo, com experiência em utilização de *sites* há mais de dois anos e conhecedores de algum tipo de gráfico estatístico (barras, linhas ou setores). O autor utilizou três *sites* governamentais que continham gráficos estatísticos para a avaliação da acessibilidade (continham o selo de acessibilidade Brasil) e da possibilidade de entendimento das informações veiculadas. Realizou nove tarefas sobre os elementos que compõem o gráfico de linhas e de barras, com perguntas relacionadas à descrição do título do gráfico, informações sobre os títulos dos eixos, intervalos de valores, fonte das informações etc. Para o gráfico de setores, houve sete tarefas, que também pediam a descrição do título, as informações da legenda e o valor de cada setor, entre outras solicitações.

Cada participante realizou individualmente as tarefas e participou de uma entrevista pós-teste composta por 12 questões. Eles utilizaram o *NonVisual Desktop Access* (leitor de tela gratuito) para realizar as tarefas.

Os resultados apontaram para dificuldades no uso do leitor de tela. Por exemplo, os participantes não conseguiram responder às tarefas do gráfico de linhas com base nas

informações contidas nos *sites*. Com relação ao gráfico de barras, eles obtiveram êxito nas respostas sobre o título, a fonte e a data de publicação do gráfico. Quanto ao gráfico de setores, eles apenas informaram a data de atualização do gráfico de setores. No pós-teste, os participantes destacaram a necessidade de serem fornecidas informações detalhadas sobre os gráficos, de modo a possibilitar o acesso dos usuários a processos de leitura e interpretação. Esses resultados, segundo o pesquisador, revelam que as informações apresentadas nos *sites*, apesar de terem o selo de acessibilidade Brasil, limitam o acesso de pessoas cegas aos dados dos gráficos a partir da utilização de leitores de tela.

O estudo de Santos (2017) investiga o processo de adaptação de tabelas e gráficos estatísticos em livros didáticos de Matemática em Braille. Parte dos resultados dessa pesquisa envolve a análise de nove livros didáticos dos anos finais; por meio da qual o pesquisador compara representações impressas em tinta das adaptadas em Braille.

O processo de adaptação, segundo Santos (2017), envolve cinco etapas: adaptação, transcrição, revisão, impressão e encadernação. Adaptação é a primeira etapa e envolve a análise, seleção, interpretação, descrição e representação dos recursos visuais e ilustrações, tais como: gráficos, tabelas e desenhos. Essa etapa é realizada pelo adaptador, um profissional que recebe o livro em tinta e tem a função de tentar manter o conteúdo do livro construindo ilustrações em Braille com a fidedignidade das impressas em tinta. Cabe ainda a esse profissional decidir sobre a inclusão ou exclusão das ilustrações para os livros em Braille a partir de suas impressões pessoais e experiência.

Na segunda etapa, um transcritor transcreve o texto para o Braille e insere no livro as ilustrações adaptadas. Na sequência, é impressa uma versão preliminar do livro em Braille para que seja realizada a revisão, que envolve duas fases. Primeiro, temos a leitura de confronto, que envolve um revisor vidente que lê o livro impresso em tinta e um revisor cego que lê simultaneamente o livro impresso em Braille para que as informações sejam confrontadas. Em seguida, o revisor cego realiza a leitura silenciosa do livro em Braille. Essas duas fases possuem a finalidade de identificação de erros. Com o livro revisado e sem a constatação de erros, é realizada a etapa final de impressão e, por último, a encadernação.

A adaptação de livros didáticos, portanto, envolve uma série de ações completadas em longos períodos, sobretudo, diante das ilustrações utilizadas. Santos (2017, p. 31) afirma que o trabalho de adaptação pode durar meses e que, se “por um lado os recursos

visuais podem ajudar no processo de ensino-aprendizagem do aluno, por outro, podem causar maior lentidão nos trabalhos de adaptação.”

Entendemos que todas as etapas são importantes na adaptação; no entanto, evidenciamos dois aspectos que nos chamaram a atenção. O primeiro é que a adaptação de gráficos é realizada a partir da sensibilidade de um adaptador que analisará e interpretará as possibilidades para incluir ou excluir a ilustração no livro em Braille. Segundo Santos (2017), não há uma padronização nesse processo. O segundo aspecto a ser destacado é a importância de um revisor cego que avaliará e identificará os possíveis erros e inadequações.

Na pesquisa de Santos (2017), além das análises do livro, também foram observados os processos de adaptação com interação e trabalho colaborativos entre os profissionais envolvidos nas etapas. Em relação às análises, Santos (2017) identifica que a representação de 37% dos gráficos encontrados nos nove livros em tinta é preservada na adaptação para o Braille e que em 63% ocorre a exclusão ou a mudança de representação, associadas à adaptação para outro tipo de gráfico ou para uma tabela, de modo que, em alguns casos, não há preservação das informações, o que pode dificultar a leitura dos dados apresentados.

O pesquisador não aponta erros nos nove livros adaptados que ele analisou. No entanto, ao realizar o acompanhamento de algumas adaptações durante quatro dias no Instituto Benjamin Constant, evidenciou dois erros, denominados por ele de erros técnicos. Cabe ressaltar que Santos (2017) teve acesso aos livros em tinta e a suas adaptações em Braille; dessa forma, esse pesquisador pôde estabelecer comparações.

Em sua dissertação de mestrado profissional, Alvaristo (2019) desenvolve um material manipulável que auxilia estudantes com deficiência visual a elaborar gráficos em setores ou em pizza. A elaboração do material se deu por etapas: idealização; construção do primeiro protótipo; identificação de limites; confecção do segundo protótipo; reconhecimento dos limites; e versão final (Figura 2).

Figura 2: Versão final do gráfico em pizza adaptado

Fonte: Alvaristo (2019, p. 46).

Participaram do estudo uma professora de Matemática dos anos finais do Ensino Fundamental e duas estudantes cegas do nono ano do Ensino Fundamental de uma escola do ensino regular. A metodologia foi baseada em estudo experimental, consistindo em: pré-teste contendo cinco questões sobre interpretação e gráficos de setores; intervenção no período correspondente a três aulas; e pós-teste com as mesmas questões do pré-teste. A responsável pela intervenção foi a professora de Matemática da sala regular, que recebeu um roteiro contemplando aspectos da realização da pesquisa e uso do material para responder a atividades relacionadas ao cálculo e conversão de porcentagem em graus e à construção e interpretação de gráficos. A professora utilizou também material adaptado, soroban, calculadora do DOSVOX e máquina de escrita em Braille. As estudantes participaram da pesquisa juntas, mas realizaram as atividades individualmente.

No pré-teste, uma estudante (E1) acertou uma questão e outra (E2) acertou duas questões. No pós-teste, E2 acertou as cinco questões, e E1 acertou apenas duas questões. Não há relatos, no estudo de Alvaristo (2019), sobre a avaliação das estudantes em relação à intervenção, as impressões sobre o material, as dificuldades ou facilidades encontradas na realização das atividades.

Os resultados do trabalho de Alvaristo (2019) colocam em evidência a importância da pesquisa para mobilizar os conhecimentos dos discentes em atividades de interpretação de gráficos. Todavia, os aspectos disposicionais não são explicitados. Cabe destacar que a professora entrevistada afirma que a disponibilização do recurso sem nenhuma mediação seria insuficiente para que as alunas realizassem as atividades e compreendessem os conceitos, sendo essa análise fundamental para entendermos os limites e possibilidades do uso de materiais manipuláveis. Nesse sentido, o planejamento do professor é essencial para

criar um contexto de aprendizagem em sala de aula que mobilize os estudantes para o uso dos materiais manipuláveis, sendo, portanto, o foco em processos de ensino e aprendizagem.

A dissertação de mestrado profissional de Santos (2020) analisa transformações dos saberes durante o ensino de Estatística para um aluno cego e para alunos videntes em uma sala de aula regular concernente ao trabalho com medidas de tendência central (média, moda e mediana) e construção e interpretação de gráficos e tabelas. A pesquisa foi realizada numa turma regular de uma escola pública do nono ano do Ensino Fundamental da Paraíba. Nela, havia um estudante cego e estudantes videntes matriculados. Os procedimentos metodológicos envolveram a observação de três aulas e posterior entrevista com o professor da turma, licenciado em Matemática.

Nas observações das aulas, Santos (2020) identificou que o professor da turma costuma utilizar livro didático, lousa, lápis de quadro, fala e símbolos matemáticos, bem como usa com frequência de explicações orais, possibilitando um maior entendimento para os estudantes videntes. São apresentadas interações dos alunos videntes com o professor, porém o educando cego não interage na maior parte da aula e, segundo relatos, por vezes, permanece com a cabeça baixa. O professor dedica os momentos finais de aula para contemplar o ensino para o estudante cego, de modo que solicita aos discentes videntes que façam silêncio e busca fazer uso de alguns materiais improvisados para exemplificar o conteúdo, como o azulejo da parede e borrachas para demarcar o que são colunas e linhas de uma tabela.

Percebemos, a partir da pesquisa de Santos (2020), que, embora o estudante esteja matriculado e frequente uma turma regular, a inclusão, prevista na legislação, garantindo uma educação de qualidade, acessibilidade e seu máximo desenvolvimento, não acontece. Concordamos com Santos (2020, p. 92) quando destaca que “o fato de o aluno cego estar inserido na sala regular, por si só, não justifica uma inclusão. A inclusão acontece quando o direito de aprendizagem é de igualdade para todos.” Embora seja o objetivo da pesquisa, Santos (2020) não aprofunda o relato e análises sobre intervenções relacionadas à construção e interpretação de gráficos.

Os resultados desse estudo de Santos (2020) colocam em evidência a importância de ser revisto o ensino de Estatística, que privilegia a oralidade e a visão em salas de aulas regulares. Nesse sentido, é preciso investir na utilização de recursos táteis que possibilitem

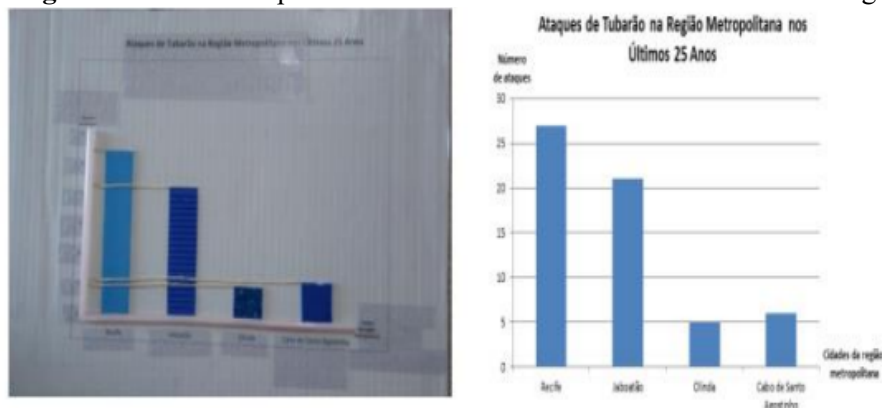
a participação do estudante cego nas aulas de Matemática.

A pesquisa de doutorado de Silva (2021) analisa a compreensão de estudantes cegas em atividades de interpretação e construção de gráficos a partir de dois contextos escolares do Ensino Fundamental (Escolas A e B). Participaram da pesquisa duas professoras da sala de Atendimento Educacional Especializado (AEE), duas docentes da sala regular e duas estudantes cegas do quinto e terceiro ano do Ensino Fundamental. As estudantes foram denominadas ficticiamente de Alice e Sandra e estavam matriculadas na escola A e B, respectivamente. Alice possui o domínio do Braille, enquanto Sandra, apesar de fazer uso da máquina Perkins, apresenta dificuldades acentuadas na leitura desse sistema.

O procedimento metodológico para a produção dos dados incluiu entrevista com as professoras do AEE, observação de uma aula e entrevista semiestruturada com a professora da sala regular. Foram também realizadas entrevistas com duas estudantes cegas a partir da utilização de tarefas de interpretação e construção de gráficos. Esses momentos das entrevistas com as estudantes foram realizados de forma individual, separadamente, considerando a disponibilidade do ambiente escolar. Neste relato, deter-nos-emos nas entrevistas com as estudantes cegas.

As entrevistas com Alice e Sandra foram realizadas por meio de atividades de interpretação e de construção de gráficos de barras, utilizando materiais de baixo custo (EVA e Papelão) e informações em Braille. O gráfico (Figura 3) refere-se a dados sobre ataques de tubarão nos últimos 20 anos na Região Metropolitana do Recife, Pernambuco (PE), e foi extraído de um jornal de grande circulação. Ele foi adaptado com a representação das barras em EVA, canudos para demarcar os eixos, barbante para as linhas de grade, papelão e informações sobre os dados em Braille.

Figura 3: Gráfico adaptado utilizado na entrevista com as estudantes cegas



Fonte: Silva (2021, p. 102).

A pesquisadora apresentou o gráfico às estudantes associando-o a questões relacionadas à interpretação de ponto máximo, à localização de frequências, à localização de categoria e à conclusão.

As estudantes inicialmente manusearam espontaneamente o material para o reconhecimento das texturas e a disposição da colagem no papel. Alice realizou a maioria das atividades, tanto de interpretação como de construção de gráficos, porém não conseguiu estabelecer relações entre os eixos e compreender os valores implícitos na escala. Já Sandra mostrou-se dispersa e sem interesse, não realizou a atividade de interpretação.

Silva (2021) destaca que as informações que verbalizou, enquanto pesquisadora, e o manuseio do gráfico tátil foram fundamentais para que as estudantes atribuíssem significado ao conteúdo trabalhado. Embora reconheça os entraves encontrados nas intervenções com Sandra, que associa a fatores de dispersão da estudante, a pesquisadora destaca que, na atividade de construção, a estudante consegue representar os dados e realizar a conclusão.

Evidenciamos a variedade de questões elencadas na pesquisa de Silva (2021) e concordamos com a ideia de que, para interpretar um gráfico, são necessários diferentes enfoques na formulação de questionamentos. Todavia, existem outras possibilidades de questões que mobilizam ao Letramento Estatístico como é o caso de discussão sobre o contexto de produção dos dados. Com relação ao desempenho das estudantes, identificamos que ambas apresentam possibilidades de aprendizagem a partir de tarefas com gráficos estatísticos. No entanto, há que se considerar suas experiências singulares, que talvez requeressem direcionamentos específicos.

A alfabetização em Braille consiste em fator fundamental para a inclusão de estudantes cegos e para os processos de ensino e de aprendizagem de Estatística. Ela pode contribuir para atenuar os desafios encontrados nas pesquisas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conjecturamos que a promulgação da lei não causou um impacto imediato no desenvolvimento de pesquisas que envolvem os estudantes cegos e o ensino de Estatística. No entanto, apesar de incipiente, o cenário atual apresenta avanços, que caminham a um tema em ascensão entre pesquisadores.

Os dados decorrentes do levantamento sistemático de teses e dissertações

evidenciam que a pós-graduação ainda está em processos iniciais no desenvolvimento de pesquisas voltadas para processos relacionados ao ensino e aprendizagem de gráficos estatísticos para e por estudantes cegos. Desse modo, num período de sete anos, apenas uma tese, três dissertações de mestrado *stricto sensu* e duas dissertações de mestrado profissional foram elegíveis para a leitura na íntegra.

A partir das análises das obras, destacamos que uma importante demanda cognitiva para pessoas cegas refere-se às descrições de gráficos estatísticos veiculados em *sites* da *web*. A esse respeito, evidenciou-se que essas descrições não se apresentaram adequadas, mesmo contendo o símbolo de acessibilidade (MARQUES, 2017). Como as pessoas cegas usuárias de leitores de telas precisam conhecer esses elementos conceituais para participar ativamente da sociedade, elas podem ser consideradas excluídas nesse processo. Outro aspecto importante é a proposição de etapas para o desenvolvimento de adaptações com materiais manipuláveis para o trabalho com gráficos estatísticos com estudantes cegos (ALVARISTO, 2019).

A utilização de materiais manipuláveis auxilia no desenvolvimento de atividades que contemplem estudantes cegos. Todavia, o uso desses recursos sem interações com o estudante cego não apresentaria significados ao desenvolvimento de atividades sobre gráficos. Nesse sentido, destacamos a importância de mediações entre pesquisador-estudantes como importante demanda para o trabalho com materiais manipuláveis, conforme identificado na pesquisa de Alvaristo (2019).

Com relação ao ensino e aprendizagem de Estatística para estudantes cegos, a matrícula de estudantes com deficiência em classes regulares não garante uma educação de qualidade para todos. Esse fato é corroborado pelos resultados da pesquisa de Santos (2020), que demarca a exclusão do estudante cego dos processos de ensino e de aprendizagem, pois a professora prioriza o ensino oral, com pouca ou nenhuma interação com este estudante. Encontramos semelhança desses resultados de Santos (2020) com as discussões de Silva (2021). Esta última caracteriza o contexto escolar de duas estudantes cegas que nem sempre estão na classe regular e assistem a uma aula, conforme visto em observação, em que são priorizados a oralidade e o ensino mediado pelas professoras de AEE.

Destacamos também a importância da formação de duplas cego-vidente e de grupos em sala de aula. Pasquarelli (2015), por exemplo, considera as interações como fator

fundamental para a apropriação dos conceitos estatísticos por estudantes cegos, enfatizando ainda o uso de materiais para ajudar nos processos de ensino e de aprendizagem.

Com relação à adaptação de tabelas e gráficos para livros didáticos em Braille, Santos (2017) destaca que esse recurso, apesar de ser amplamente utilizado por professores, apresenta algumas limitações do Sistema Braille quando adaptado. Para esse autor, o livro didático pode contribuir para a autonomia do estudante cego, sobretudo, porque ele poderá acessar as informações em seu tempo. Concordamos com Santos (2017) e, em continuidade de nossa pesquisa de doutorado, desenvolvemos algumas análises de tarefas de interpretação de gráficos encontradas em livros didáticos adaptados em Braille.

A partir dos estudos analisados nesta RSL, problematizamos que, embora os gráficos estatísticos sejam amplamente divulgados nas mídias — sendo sua leitura e interpretação críticas, habilidades necessárias para que as pessoas participem ativamente da sociedade, no contexto escolar —, estudantes cegos não são contemplados em processos apropriados de ensino desse conteúdo. Mais pesquisas, portanto, são necessárias sobre o ensino e aprendizagem de Estatística nas escolas, particularmente relacionadas à leitura, interpretação e construção de gráficos.

REFERÊNCIAS

ALVARISTO, E. **Uma ferramenta para elaboração de conceitos matemáticos para estudantes com deficiência visual: gráfico em pizza adaptado**. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciência e Tecnologia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2019.

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, DF: Presidência da República, 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm. Acesso em: 29 de mar. 2019.

CARVALHO, L. M. T. L.; CAMPOS, T. M. M.; MONTEIRO, C. E. F.; Refletindo sobre a interpretação de gráficos como uma atividade de resolução de problemas. *In*: LOPES, C. E.; COUTINHO, C.; ALMOULOU, S. **Estudos e reflexões em Educação Estatística**. São Paulo: Mercado das Letras, 2010. p. 213-230.

CARVALHO, L.M. T. L.; MONTEIRO, C. E. F.; CAMPOS, T. M. M. Aspectos visuais e conceituais nas interpretações de gráficos de linhas por estudantes. **Bolema**, Rio Claro, v. 24, n. 42, p. 679-700, 2011.

CAZORLA, I. M.; CASTRO, F. C. O papel da Estatística na leitura do mundo: o Letramento Estatístico. **Publ. UEPG Ci. Hum., Ci. Soc. Apl., Ling., Letras e Artes**, Ponta

Grossa, v. 16, n. 1, p. 45-53, jun. 2008.

DE-LA-TORRE-UGARTE-GUANILO, M. C.; TAKAHASHI, R. F.; BERTOLOZZI, M. R. Systematic review: general notions. **Rev. esc. enferm.**, São Paulo, v. 45, n. 5, p. 1260-1266, 2011.

GAL, I. Adults' statistical literacy: meanings, components, responsibilities. **International Statistical Review**, Netherlands, v. 70, n. 1, p. 1-51, 2002.

FERNANDES, S. H. A. A. **Das experiências sensoriais aos conhecimentos matemáticos: uma análise das práticas associadas ao ensino e aprendizagem de alunos cegos e com visão subnormal numa escola inclusiva.** 2008. Dissertação (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008.

FERNANDES, S. H. A.; HEALY, L. Desafios Associados à Inclusão de Alunos Cegos e com Baixa Visão nas Avaliações Escolares. **Escritos Pedagógicos**, Rio de Janeiro, v. 4, p. 119-139, 2009.

JORNALISTA USA “UM PALMO” COMO MEDIDA ESTATÍSTICA. [S. l.: s. n.], 2021. 1 vídeo (21s). Publicado pelo canal Travessuras Avestas. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=o6zJdou8Ve0>. Acesso em: 20 set. 2021.

KATAOKA, V. Y.; OLIVEIRA, A. C. S. de; SOUZA, A. A. de; RODRIGUES, A.; OLIVEIRA, M. S. de. A educação Estatística no ensino fundamental II em Lavras, Minas Gerais, Brasil: avaliação e intervenção. **Revista latinoamericana de investigación en Matemática educativa**, Ciudad del México, v. 14, n. 2, jul. 2011. Disponível em: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-24362011000200005. Acesso em: 10 jan. 2019.

LADIM, E.; MAIA, L.; SOUSA, W. P. A. A aula de Matemática a partir do Discurso de Estudantes com Deficiência. **Educação Matemática em Revista**, Canoas, v. 25, n. 67, p. 39-56, abr./jun. 2020.

MARQUES, J. M. S. **Catálogo de entendimento de informações gráficas para cidadãos cegos.** 2017. Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

PASQUARELLI, R. C. C. **A inclusão de alunos com deficiência visual do 9º ano do Ensino Fundamental no processo de ensino e aprendizagem de Estatística.** 2015. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015.

SANTOS, R. C. **O processo de adaptação de tabelas e gráficos estatísticos em livros didáticos de Matemática em Braille.** 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

SANTOS, V. L. O. **Análise sobre o fenômeno da transposição didática interna no ensino de Estatística: um estudo com a inclusão de um aluno cego em uma sala de aula regular.** 2020. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2020.

SILVA, C. B.; CAZORLA, I. M.; KATAOKA, V. Y. Trajetória e perspectivas da Educação Estatística no Brasil, 2010-2014: um olhar a partir do GT-12. **Educ. Matem. Pesq.**, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 578-596, 2015.

SILVA, D. B. **Analisando a transformação entre gráficos e tabelas por alunos do 3º e**

5º ano do Ensino Fundamental. 2012. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021.

SILVA, M. D. **Ensino de geometria para estudantes cegos:** avaliação, análise e uso de um material manipulável por professores dos anos iniciais do ensino fundamental. 2018. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnológica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

SILVA, M. D.; CARVALHO, L. M. T. L. Livros Didáticos em Braille: Uma Análise das Adaptações de Gráficos Estatísticos Para Estudantes Cegos. **Revista Baiana de Educação Matemática**, Juazeiro, v. 3, n. 1, p. 1-15, jan./dez., 2022.

Submetido em 16 de dezembro de 2022.

Aprovado em 11 de abril de 2023.