

SEÇÃO DOSSIÊ TEMÁTICO

A leitura tátil de representações de gráficos de barras para alunos cegos

The tactile reading of bars graphics representations for blind students

Rodrigo Cardoso dos Santos¹
Claudia Coelho de Segadas Vianna²
Antônio Carlos Fontes dos Santos³

RESUMO

Este artigo apresenta um recorte da tese de doutorado do primeiro autor, no qual descrevemos como o aprendiz cego congênito, participante da pesquisa, realiza a leitura tátil de gráficos de barras. O gráfico de barras desenvolvido foi retirado de um livro didático de Matemática em tinta, produzido pelo programa Braille Fácil, pelo *software* MONET e artesanalmente, a partir de diferentes materiais grafotáteis. O estudo baseou-se em trabalhos e pesquisas relacionados ao ensino de Estatística, representações gráficas estatísticas e na confecção de materiais acessíveis para alunos cegos e com baixa visão, em especial grafotáteis. Para este artigo, utilizamos a metodologia qualitativa a partir de entrevistas — baseadas em tarefas —, para a coleta de dados. Os resultados emergentes dos dados coletados informaram como o entrevistado cego realizou a leitura de gráficos, os tipos representativos mais eficazes para o ensino de Estatística a alunos com deficiência visual (DV), o nível de leitura gráfica do aluno e a representação eleita para a leitura tátil. A partir dos gestos produzidos pelo aluno, percebemos como este realiza a leitura do título, dos eixos e dos valores das variáveis do gráfico. Observamos também que o estudante consegue identificar todos os elementos dos gráficos, associando-os e comparando-os às variáveis contidas. Por fim, o entrevistado informa que prefere utilizar gráficos artesanais para a realização das atividades em vez daqueles produzidos por meio da impressora braille.

Palavras-chave: Deficiência Visual. Representação Gráfica. Ensino de Estatística.

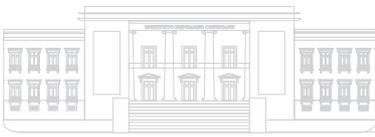
ABSTRACT

This article presents part of the first author's doctoral thesis, in which it is described how the congenitally blind learner participating in the research performs tactile reading of bar graphs. The bar graph presented was taken from a mathematics textbook in ink and represented by tactile graphs produced by the Braille Fácil program, by the MONET software, and handmade, with different material artifacts. The study was based on works and research related to the teaching of statistics, graphic statistical representations and the making of accessible materials for blind and low vision students, especially graph-tactiles. The methodology used in this article has a qualitative character and one made use of task-based

1 Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
Doutor em Ensino e História da Matemática e da Física pela UFRJ
E-mail: rodrigasantos@cap.ufrj.br

2 Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
Doutora em Educação Matemática pela Universidade de Londres (Reino Unido)
E-mail: claudia@im.ufrj.br

3 Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
Doutor em Física pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)
E-mail: toni@if.ufrj.br



interviews for data collection. The emerging results of the data collected tell us how the interviewed blind learner read bar graphs, and which representations can be more effective for teaching statistics to students with visual impairments. It was observed what level of graphic reading the student was able to reach and which representation was preferred to use to carry out the tactile reading. From the gestures produced by the student, we can see how he reads the title, the axes and the values of the variables in the graph. We also observed that the student is able to identify all the elements of the graphs presented, associating and comparing the variables contained in them. Finally, the interviewee informs us that he prefers to use handcrafted graphics to carry out the activities instead of those produced using a braille printer.

Keywords: Visual Impairment. Graphic Representation. Statistical Teaching.

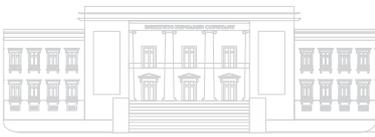
Introdução

Para tornar os dados estatísticos compreensíveis ao grande público, os meios de comunicação (telejornais, sites da internet, revistas e artigos científicos) se utilizam da Estatística. A Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) recomenda que os alunos dos primeiros anos do Ensino Fundamental tenham contato com a Estatística por meio da coleta, organização e comunicação de dados, utilizando-se de tabelas e gráficos a fim de que desenvolvam o pensamento crítico sobre as informações recebidas no seu cotidiano.

Grande parte dos livros didáticos de Matemática apresenta conteúdos estatísticos acompanhados por maciça quantidade de imagens, tabelas e gráficos, já que exercem papel relevante na representação de informações obtidas por meio de pesquisa. No entanto, os recursos visuais estatísticos carecem de representações acessíveis para alunos com deficiência visual (DV), de modo que não se tornem obstáculos táteis no processo de ensino-aprendizagem. É preciso investigar como o aluno cego interpreta e lê os recursos visuais representados em materiais táteis, em especial aqueles contidos em livros didáticos de Matemática em braille (SANTOS, 2017).

Atualmente há diversas leis que tratam da inclusão de alunos com DV, mas, ainda assim, os profissionais da área de educação afirmam que não estão preparados para acolher esses alunos (FERNANDES; HEALY, 2009). Para as autoras, “a partir das políticas de inclusão há a necessidade de preparar a comunidade educacional para receber estes alunos” (FERNANDES; HEALY, 2009, p. 3).

A Lei Brasileira de Inclusão (BRASIL, 2015) assegura a oferta do sistema educacional inclusivo em todos os níveis e modalidades de ensino e a adoção de projetos pedagógicos que institucionalizam o atendimento educacional especializado. Nesse sentido, o conhecimento sobre as representações de materiais para alunos com DV torna-se importante, uma vez que estas proporcionam o acesso a conteúdos com forte apelo visual, respeitam as peculiaridades



e as limitações do aluno cego, estimulam a experiência multissensorial por meio de diferentes texturas e de alto-relevo, auxiliam positivamente no processo de ensino-aprendizagem e possibilitam a participação mais efetiva dos alunos com DV para que não se isolem na sala de aula, como relatam alguns professores em nossa pesquisa.

O objetivo deste artigo é apresentar estratégias táteis de intervenção no ensino de alunos com deficiência visual a partir do recorte da tese de doutorado do primeiro autor (SANTOS, 2022). Apresentamos, a um aluno cego, três materiais acessíveis de um mesmo gráfico de barras extraído de um livro didático de Matemática em tinta. Após a entrega deles, orientamos o aluno a ler cada um desses recursos, a fim de que pudesse utilizar um deles para responder às perguntas propostas na atividade do livro que continha o gráfico em questão. Além disso, foram entrevistados sete professores de Matemática do Instituto Benjamin Constant (IBC), que avaliaram a potencialidade desses recursos nas suas respectivas salas de aula.

Neste artigo, nos limitaremos à leitura tátil de um gráfico de barras de um livro didático de Matemática, do 5º ano do Ensino Fundamental (ROCHA, 2014), selecionado para a pesquisa. Por meio deste trabalho, as informações sobre representações de gráficos de barras para alunos cegos serão divulgadas e irão colaborar para o aperfeiçoamento do processo de ensino-aprendizagem desses estudantes.

1 Bases para a pesquisa

A seguir, apresentaremos as considerações sobre trabalhos e pesquisas relevantes para o embasamento de nossos resultados, uma vez que se relacionam ao ensino de Estatística, à importância das representações gráficas estatísticas e à confecção de materiais acessíveis para alunos cegos e com baixa visão.

1.1 O ensino de estatística

Embora os conteúdos estatísticos estejam presentes em nosso cotidiano, ainda são ensinados, segundo relatos de professores da Educação Básica, sem a devida reflexão sobre os dados apresentados em sala (SANTOS, 2017). Trata-se de exemplos desprovidos de explicação conforme constatado em pesquisas realizadas na área (CAMPOS; WODEWOTZKI; JACOBINI, 2011). De acordo com os pesquisadores, o ensino de Estatística provoca apreensão nos estudantes por experiências malsucedidas em Matemática, “sentimentos de tensão provenientes da manipulação de números e de problemas matemáticos” (CAMPOS; WODEWOTZKI; JACOBINI, 2011, p. 10).



Gal (2002) destaca a relevância de uma “alfabetização estatística” a fim de compreender formas verbais, pictóricas e numéricas pelas quais a Estatística se comunica; ou ainda o letramento ou literacia estatístico, segundo Lopes (2010). Um aluno letrado estatisticamente possui a capacidade de ler e interpretar dados de tabelas e gráficos, além de coletá-los, organizá-los e representá-los com a finalidade de resolver problemas do dia a dia.

Para desenvolver o pensamento estatístico nos alunos, os professores devem realizar atividades que favoreçam o entendimento de conceitos e objetos estatísticos básicos que envolvam leitura e interpretação de tabelas e gráficos, como problemas, por exemplo. Em sala de aula, a Estatística não deve ser trabalhada separadamente de um contexto significativo; na Educação Básica, deve ser vista como uma ciência.

A seguir, sintetizamos algumas considerações e características das representações gráficas expostas por alguns pesquisadores.

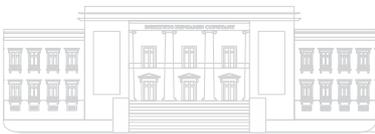
1.2 A importância das representações gráficas

Segundo Peixoto e Cruz (2011), o recurso gráfico não é exclusividade de disciplinas como a Matemática ou a Geografia, mas uma ferramenta de grande utilidade para representar dados para as mais variadas pesquisas. O objetivo de uma representação gráfica é informar por meio de recursos pictóricos, de forma resumida. Os recursos gráficos na escola são “vistos como um material de difícil interpretação e compreensão, portanto frequentemente ignorados tanto por alunos, mas principalmente por professores.” (PEIXOTO; CRUZ, 2011, p. 127).

Cada vez mais presentes nos livros didáticos, as representações gráficas transmitem informações por meio de formas e cores (PEIXOTO; CRUZ, 2011), no entanto nem sempre funcionam como uma ferramenta no processo de ensino-aprendizagem, sendo dispostas como meras ilustrações. Para os pesquisadores, utilizar gráficos como recurso pedagógico só funciona (de fato) se vinculados a um contexto significativo para o estudante, isto é, o aluno deve utilizar o gráfico, propriedades e aplicabilidade para que se efetive no ensino. Em outras palavras, é preciso que o aprendiz

saiba a linguagem utilizada para passar a informação por meio das representações gráficas como “as relações fundamentais de diversidade, de ordem e de proporcionalidade”, para que ocorra o processo de leitura, análise e compreensão da imagem. (PEIXOTO; CRUZ, 2011, p. 128).

Os gráficos são recursos que codificam dados por meio de informações visuais. Os conteúdos gráficos apresentados em sala devem ser trabalhados para possibilitar interações,



interpretações e reflexões pelos discentes. O professor deve introduzir atividades de leitura e interpretação gráfica relacionadas a situações diárias para que o aprendiz compreenda a informação difundida, mas também deve “tomar alguns cuidados durante a sua elaboração, desde o levantamento de dados, até a elaboração da tabela e a representação gráfica” (PEIXOTO; CRUZ, 2011, p. 129).

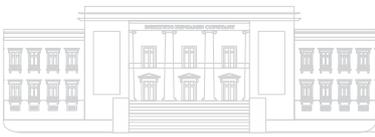
Dentre os pesquisadores que descreveram exercícios realizados pelo leitor ao analisar um gráfico, destacamos as contribuições de Artega *et al.* (2012), que aprofundam ainda mais a discussão sobre representações gráficas estatísticas. Um leitor realiza três exercícios sucessivos na leitura de um gráfico: identificação externa, identificação interna e percepção de correspondência. Na identificação externa, o leitor busca palavras que informam sobre o assunto tratado pelo gráfico por meio de análise alfanumérica em sua estrutura. Já na identificação interna, o leitor identifica o que é relevante no conteúdo pictórico do gráfico e, em seguida, estabelece correspondências entre as escalas utilizadas e os elementos de cunho visual e conceitual. Por fim, na percepção de correspondência, o leitor utiliza os elementos visuais para tecer conclusões sobre os elementos conceituais envolvidos.

Os pesquisadores apresentam diversos estudos que estabelecem níveis de compreensão no processo de ensino-aprendizagem dos recursos visuais. Nesta pesquisa, os níveis tornaram-se fundamentais, uma vez que oferecem o nível de leitura gráfica estatística de cada aluno participante do estudo-piloto. Destacamos o modelo utilizado por Artega *et al.* (2012), composto pelos níveis:

Nível 1: os alunos não conseguem entender as informações contidas na representação gráfica, mas podem associar pequenos fragmentos do gráfico ao seu conhecimento de mundo.

Níveis 2 e 3: os aprendizes conseguem perceber apenas alguns elementos do gráfico. No nível 2, eles não compreendem que os elementos de um gráfico compõem um todo, e leem apenas parte da informação. No nível 3, os alunos conseguem analisar e ler todos os elementos de um gráfico, mas ainda interpretam cada parte individualmente.

Níveis 4, 5 e 6: os estudantes conseguem ter uma visão geral do gráfico; entendem que os elementos de um gráfico formam um todo, mas ainda não conseguem fazer inferências sobre os dados representados. No nível 4, os aprendizes sabem que as variáveis contidas no gráfico correspondem a um mesmo assunto, porém isolam-nas. No nível 5, os alunos conseguem comparar variáveis de uma representação gráfica, mas não realizam comparações entre elas. No nível 6, além dos aprendizes realizarem comparações entre as variáveis de um gráfico, também são capazes de chegar a conclusões gerais sobre determinada questão ou problema.



Nível 7: os alunos conseguem inferir e construir respostas que não estão presentes explicitamente no gráfico, mas são geradas por eles.

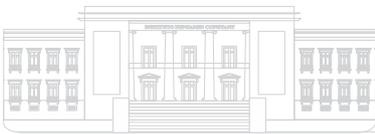
1.3 Representações de materiais para alunos com DV

A representação de recursos para alunos com deficiência visual é fundamental para que o aluno, de fato, aprenda e se favoreça no contato com o material escrito: os livros didáticos. De acordo com Cerqueira e Ferreira (2000), os professores devem utilizar-se de recursos didáticos em sala de aula a fim de conduzir os estudantes a compreenderem os conteúdos de sua disciplina de modo mais eficiente, facilitando e incentivando o processo de ensino-aprendizagem.

Ao receber um aluno cego, o professor precisa avaliar a maneira como se expressa verbalmente, os recursos didáticos que serão utilizados, a metodologia de ensino a ser empregada e o conhecimento previamente adquirido para decidir que materiais devem ser adaptados. Sob o ponto de vista vygotskyano, Fernandes e Healy (2009) discutiram alternativas para capacitar o professor e as instituições de ensino regular que recebem alunos cegos, o que as fez perceber

[...] que estar privado de um dos meios de acesso da cultura sócio-histórica em que estamos inseridos não impõe, essencialmente, limites à potencialidade humana, mas estabelece a necessidade de viabilizar esse acesso por outros canais que se distinguem dos tradicionalmente descritos na literatura, geralmente centrada nos aprendizes considerados normais [...] (FERNANDES; HEALY, 2009, p. 3).

O artigo de Fernandes e Healy (2009) apresenta o contexto e a perspectiva dos atores: professores e alunos cegos de uma escola pública de São Paulo. As autoras consideraram detalhes significativos para possíveis modificações em uma prova de Matemática de um exame do Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP), e abordaram a inclusão de ferramentas materiais no processo avaliativo. O objetivo foi investigar se as provas estavam adequadas aos alunos com deficiência visual e incentivar a reflexão dos responsáveis pela produção das avaliações. Após analisar os resultados, concluíram que a utilização de instrumentos materiais auxilia tanto o processo avaliativo como a aprendizagem em si. Consideramos relevante a pesquisa das autoras (FERNANDES; HEALY, 2009), uma vez que compartilha informações significativas sobre os desafios de adaptar recursos visuais para alunos sem acuidade visual. Também observaram que



[...] as informações fragmentadas levantadas durante a exploração tátil devem ser relacionadas com o todo para que os aprendizes possam comparar o que é percebido com os elementos que fazem parte do seu repertório de representações multimodais. Ao contrário do sistema visual, que permite experiência simultânea da informação, o sistema tátil proporciona apenas uma experiência gradual da informação, de maneira sucessiva [...] (FERNANDES; HEALY, 2009, p. 13).

A seguir, o instrumento metodológico utilizado no recorte da tese e apresentado neste artigo.

2 Metodologia

Para este artigo, utilizamos a metodologia qualitativa a partir de entrevistas — baseadas em tarefas (GOLDIN, 2000) —, para a coleta de dados. A autora define que entrevistas baseadas em tarefas envolvem (ao menos) um sujeito e o entrevistador, e a interação em uma ou mais tarefas (questões, problemas ou atividades) de acordo com um roteiro pré-elaborado. Por esse método (GOLDIN, 2000), o pesquisador se utiliza de entrevistas para entender e inferir sobre o pensamento matemático e a aprendizagem do sujeito envolvido. Ao concentrar a atenção em desenvolver a tarefa (a partir de recursos visuais estatísticos) executada pelo sujeito, o entrevistador focaliza as ações desencadeadas pelo aluno cego, que realiza as atividades; o interesse do pesquisador volta-se para os resultados em vez de concentrar-se nas respostas concedidas.

Uma das características metodológicas envolvidas nesse tipo de entrevista é

a necessidade de considerarem-se as propostas da pesquisa, o que inclui investigação exploratória, descrição, inferência ou técnicas de análises; desenvolvimento de conjecturas; investigação ou testes para levantar hipóteses. (FERNANDES, 2008, p. 73)

A estrutura das entrevistas permite ao pesquisador que intervenções sejam feitas durante a realização das tarefas, ou seja, a interferência do entrevistador compõe a metodologia utilizada na pesquisa. Segundo Goldin (2000), é natural que as intervenções feitas no decorrer das atividades direcionem a resultados distintos daqueles que provavelmente seriam obtidos sem a interferência do pesquisador.

A escolha metodológica foi feita para que pudéssemos estabelecer uma variedade de entendimentos a respeito dos processos cognitivos do sujeito envolvido na pesquisa, quando



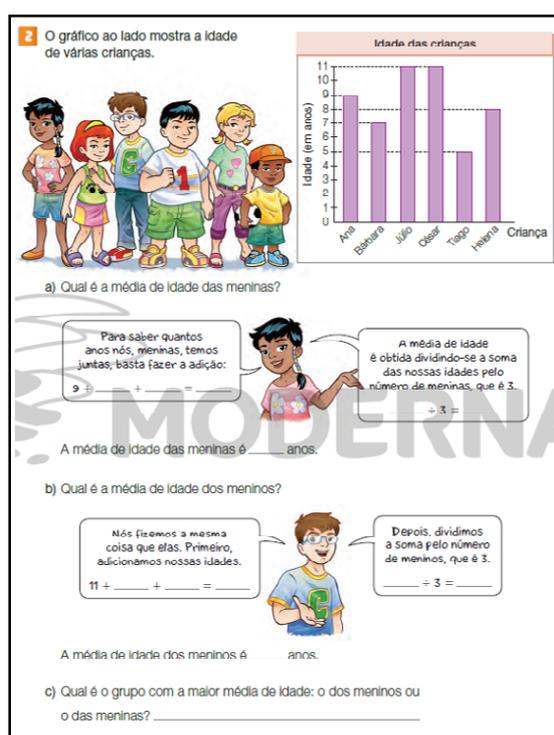
os objetos de estudo estão relacionados à área dos conhecimentos matemáticos, mais especificamente a objetos estatísticos. Os dados empíricos analisados centram-se nas ações e nos processos interacionais do aluno cego participante da pesquisa (GOLDIN, 2000).

Na etapa da entrevista, entregamos ao estudante do 5º ano do Ensino Fundamental as representações de gráficos de barras que produzimos e os gráficos inseridos em obras didáticas em braille (pelo programa Braille Fácil) para que pudessem tecer reflexões e discutir sobre a representação de gráficos inseridos em um livro didático de Matemática em braille do Projeto Buriti: Matemática (ROCHA, 2014). A entrevista teve uma hora de duração.

3 Leitura de representações de gráficos de barras

Durante a fase de entrevista, ensinamos o aluno cego a “ler” o gráfico do livro em tinta, pelo programa Braille Fácil, orientamos a leitura do gráfico construído no programa MONET e, por fim, o conduzimos à leitura do gráfico artesanal, ou seja, material tátil não proveniente de uma impressora braille. Nesse encontro, passamos conceitos estatísticos essenciais ao estudante pesquisado, uma vez que desconhecíamos se teve contato com essa abordagem ao final do Ensino Fundamental I.

Figura 1. Atividade do livro em tinta selecionado para a pesquisa



Fonte: Rocha (2014).



Figura 2. Atividade produzida no Braille Fácil do livro em tinta selecionado para a pesquisa

```
2) Observe o gráfico que mostra a idade de algumas crianças.

_`[Gráfico "Idade das crianças"; conteúdo a seguir_]
Legenda:
Eixo horizontal: criança
A: Ana
B: Bárbara
J: Júlio
C: César
T: Tiago
H: Helena
Eixo vertical: idade (em anos)

<F->
11 r::::::::::::==::=
10 l          éé éé
9  r::==      éé éé
8  r::éé:::::éé::éé::::=
7  r::éé::=   éé éé   éé
6  l  éé éé éé éé   éé
5  r::éé::éé::éé::éé::=  éé
4  l  éé éé éé éé éé éé
3  l  éé éé éé éé éé éé
2  l  éé éé éé éé éé éé
1  l  éé éé éé éé éé éé
0  v--éé--éé--éé--éé--éé--
      A B J C T H

<F+>

Agora, responda às questões no caderno.
a) Qual é a média de idade das meninas?

_`[A menina diz: "Para saber
quantos anos nós, meninas,
temos juntas, precisamos
fazer a adição:
9+7+8. A média de idade
é obtida dividindo-se a soma
das nossas idades pelo número
de meninas, que é 3."_]

<p>
b) Qual é a média de idade dos meninos?

_`[O menino diz: "Nós podemos
fazer a mesma coisa
que as meninas.
Primeiro, adicionamos
nossas idades.
Depois, dividimos
a soma pelo
número de meninos,
que é 3."_]

c) Qual é o grupo com a maior média de idade: o dos meninos ou o das
meninas?
```

Fonte: Elaborado pelo autor

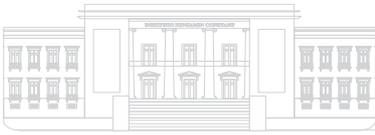
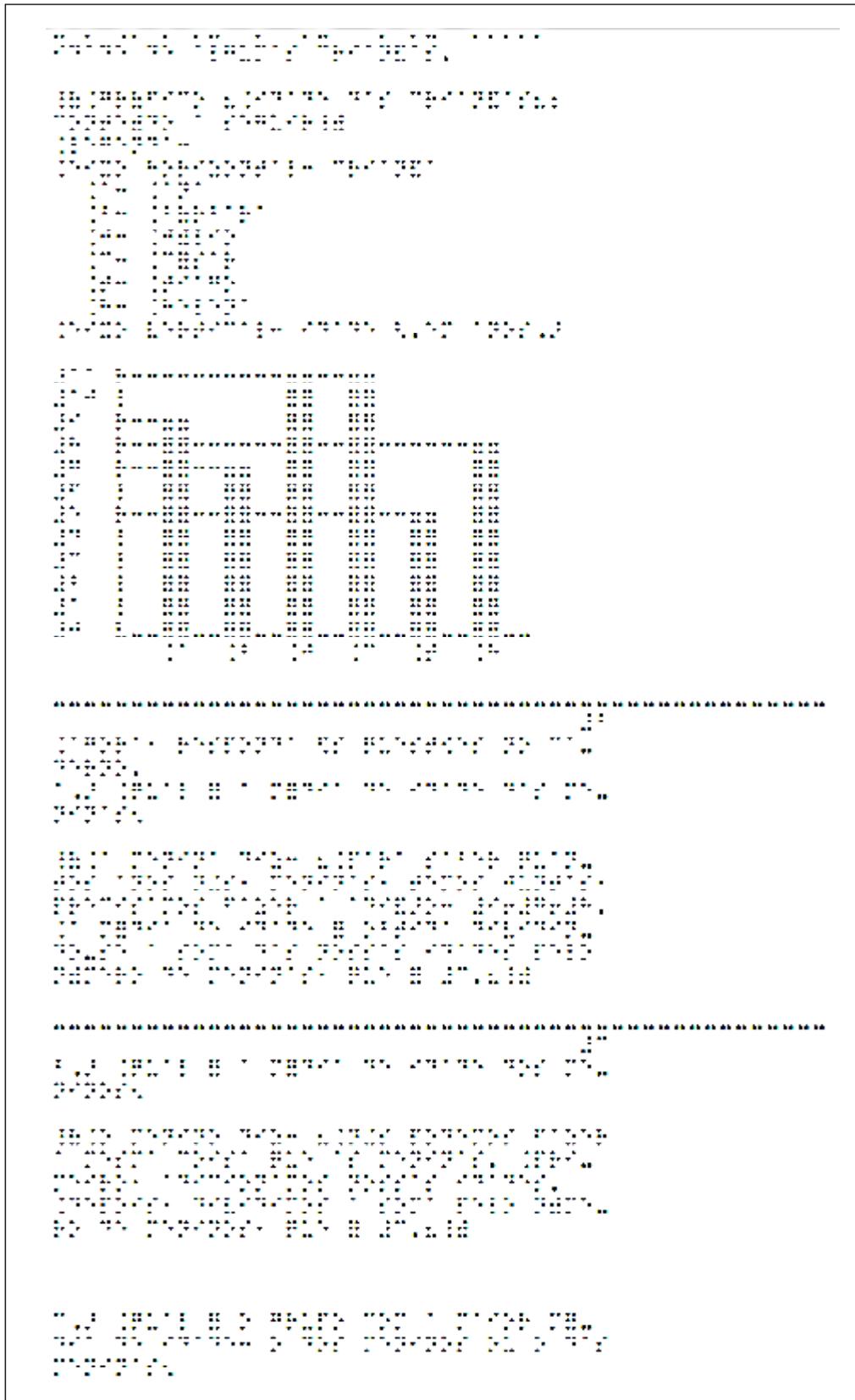
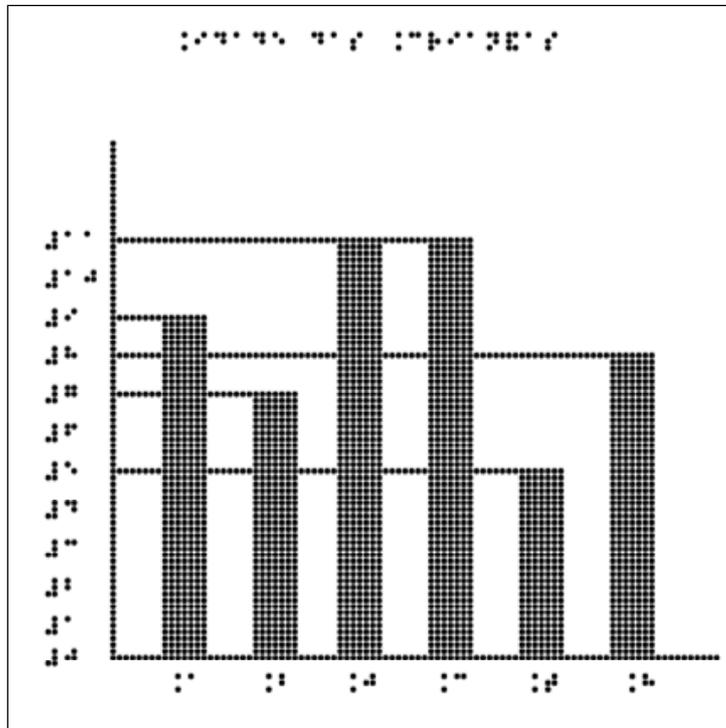


Figura 3. Atividade codificada pelo Braille Fácil do livro em tinta selecionado para a pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor

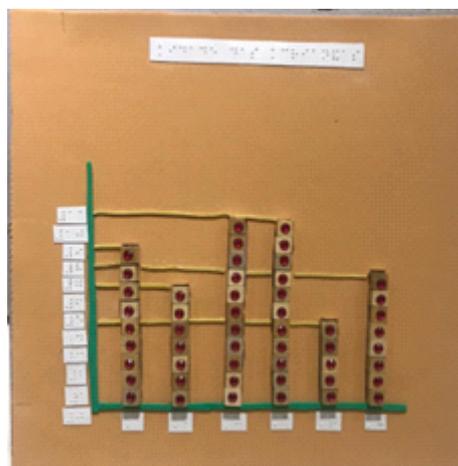
Figura 4. Gráfico de barras produzido no MONET para a atividade do livro em tinta selecionado para a pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor

Por fim, a Figura 5 apresenta o gráfico artesanal produzido em uma base de papel Paraná e EVA; cubinhos do Material Dourado (aresta 1,0 cm) para a construção das barras; EVA para representar os eixos coordenados, números e nomes (variáveis) em braille; e elásticos para a função do pontilhado do gráfico em tinta. Mantivemos a legenda em braille da adaptação do IBC para o gráfico artesanal.

Figura 5. Gráfico artesanal de barras da atividade do livro em tinta selecionado para a pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor



Na primeira parte da entrevista, realizamos perguntas que nos permitiram descrever o perfil e os conhecimentos prévios do entrevistado, a quem iremos nos referir pelo nome fictício “Shaun”, para preservar a sua identidade. Shaun e sua mãe nos informaram sobre a perda da visão aos quatro anos de idade, o que o caracteriza como cego congênito. As atividades que envolviam recursos visuais estatísticos foram interessantes e relevantes para o entrevistado, uma vez que o aprendiz não reteve na memória visual os eventos ocorridos antes de perder a visão; isso significa que as lembranças atuais foram adquiridas por meio de experiências auditivas, táteis, olfativas e gustativas.

À época da entrevista, em 2019, Shaun contava com 11 anos de idade e residia no município de Itaboraí (RJ), aproximadamente 58,8 km do Instituto Benjamin Constant (IBC). O aluno relatou que anteriormente ao IBC frequentou uma creche. Shaun cursou todo o Ensino Fundamental I no IBC, desde 2013, quando ingressou na Educação Infantil; isso demonstra que a maior parte do conhecimento adquirido (até o momento da entrevista) adveio de sua trajetória no IBC.

Na entrevista, o aluno mencionou ter faltado às aulas algumas vezes por “problemas de passagem”, mas durante as nossas observações Shaun esteve em todas as aulas. Quando perguntado sobre o que aprendeu em Estatística, informou que não sabia ler um gráfico de barras em quaisquer adaptações.

Na segunda parte da entrevista, o enfoque voltou-se à orientação do aprendiz quanto à leitura gráfica do recurso estatístico. Inicialmente, entregamos o gráfico da Figura 3 (pelo Braille Fácil) a Shaun e pedimos que ele explorasse o material sem a nossa intervenção. Após o primeiro contato com o gráfico, explicamos que no início da folha de atividade havia o enunciado, seguido de uma legenda. A partir disso, pedimos ao aprendiz que lesse o enunciado e a legenda. Percebemos a rapidez com que Shaun leu ambos os textos. No entanto, para nos certificar acerca da compreensão textual, fizemos algumas perguntas, conforme o diálogo a seguir:

Pesquisador:[...] deixa eu ver se você entendeu a legenda. O “A” é a Ana, o “J” é o “Júlio” [...]o “C” se refere a quem?

Shaun: César.

Pesquisador: O “T” se refere a quem?

Shaun: Tiago

Pesquisador: Isso. E o “H”?

Shaun: Helena.

Pesquisador: O eixo vertical representa...?

Shaun: As idades. (informação verbal)⁴

Ao perceber que Shaun desconhecia os termos “eixo horizontal e eixo vertical”, guiamos suas mãos sobre os dois eixos e respectivos valores contidos no gráfico. Ao deslizar os dedos do aluno sobre o eixo horizontal, o aprendiz percebeu os números sob o eixo; a mesma percepção se deu ao deslizar os dedos sobre o eixo vertical (Figuras 6 e 7).

Figura 6. Leitura tátil do eixo vertical



(1)

Fonte: Acervo pessoal.



(2)

Descrição da imagem: (1) O pesquisador posiciona a mão esquerda sobre o eixo vertical; (2) O pesquisador orienta a movimentação da mão esquerda, de baixo para cima.

Figura 7. Leitura tátil do eixo horizontal



(1)

Fonte: Acervo pessoal.



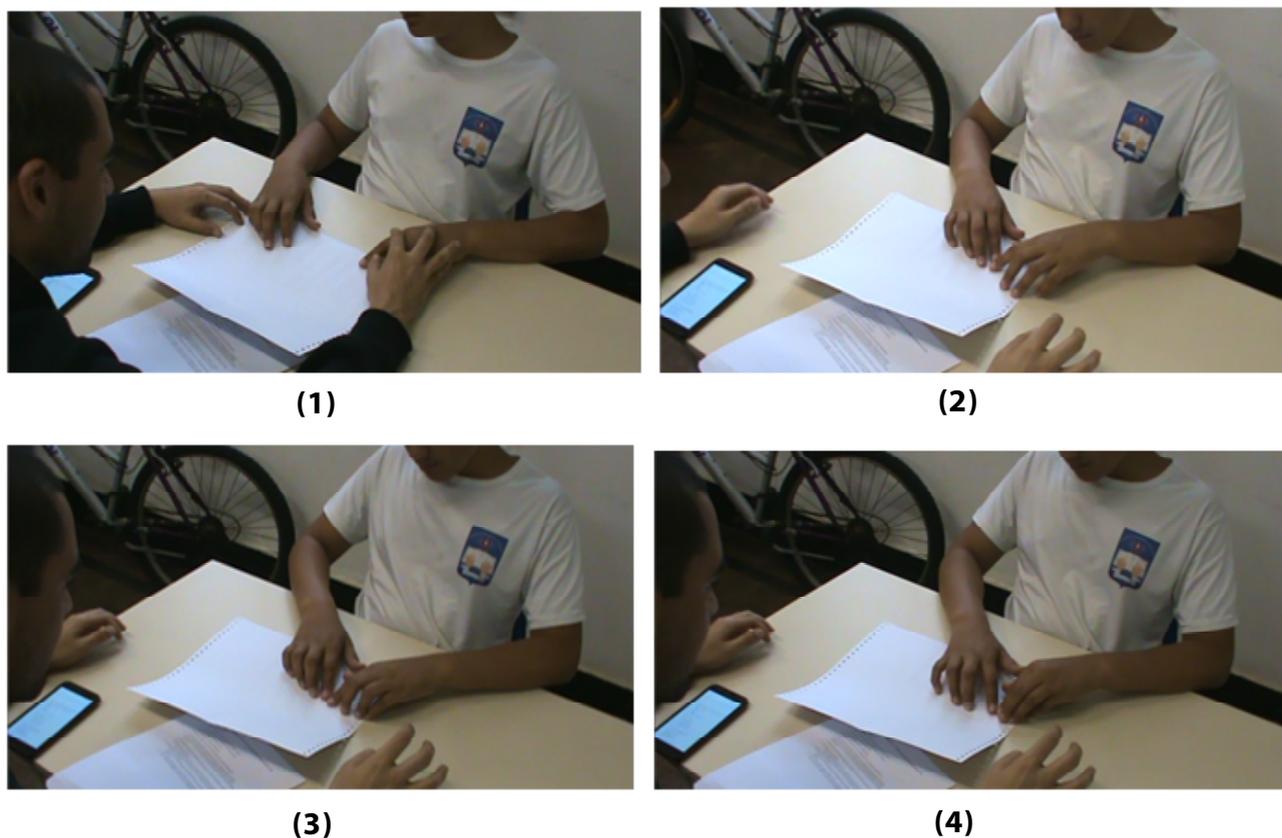
(2)

Descrição da imagem: (1) O pesquisador posiciona a mão esquerda sobre o eixo horizontal; (2) O pesquisador orienta a movimentação da mão esquerda, da esquerda para a direita.

⁴ O depoimento do aluno segue transcrito na íntegra para este artigo.

À medida que percebíamos a familiaridade do aluno com os eixos do gráfico, prosseguíamos com as intervenções para ensiná-lo a percorrer as barras, posicionando os dedos das mãos sobre um valor do eixo horizontal. Em seguida, pedimos que as deslocasse de baixo para cima e, por fim, ao atingir o “topo” da barra, que as deslizasse da direita para a esquerda (Figura 8):

Figura 8: Posicionamento das mãos



Fonte: Acervo pessoal.

Descrição da imagem: (1) pesquisador posiciona a mão esquerda sobre um dos valores do eixo horizontal; (2) com as mãos, o aprendiz percorre a barra correspondente ao valor posicionado sob sua mão esquerda, de baixo para cima; (3) ao atingir o “topo” da barra, percorre o pontilhado que conduz ao valor correspondente à barra no eixo vertical; (4) Shaun posiciona seus dedos sobre o valor correspondente à barra no eixo vertical.

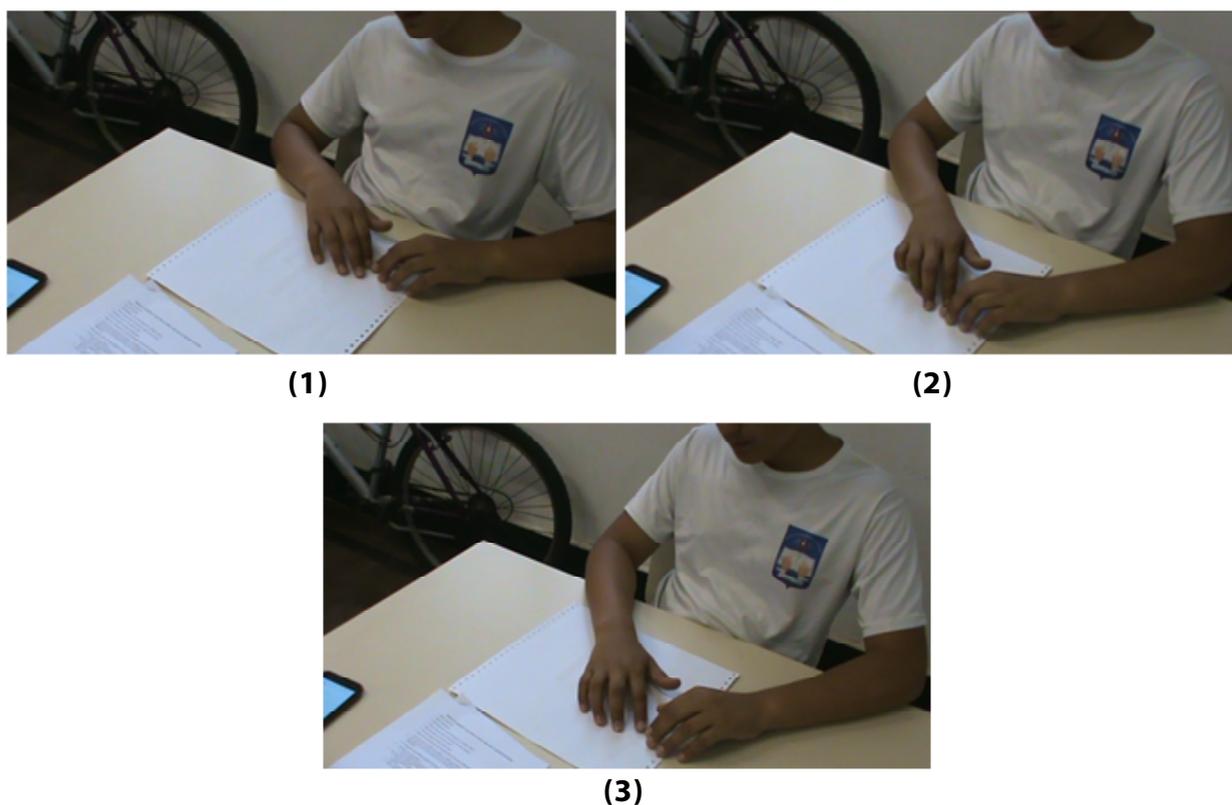
Ao realizar os movimentos, perguntamos qual a idade da personagem cuja barra representava o dado analisado pelo aprendiz. O estudante respondeu corretamente à pergunta. Para finalizar o contato com o gráfico, de modo que ele percebesse as informações contidas, perguntamos, aleatoriamente, a idade de cada personagem envolvido na atividade. Para nossa surpresa, Shaun respondeu a todas as perguntas da maneira como o ensinamos a ler um gráfico de barras, ou seja, de forma tátil. Em outras palavras, o aluno se apropriou da forma como apresentamos a leitura de um gráfico de barras.



Com o avanço das adaptações dos gráficos de barras, Shaun recebeu o gráfico da Figura 4 (pelo MONET). Inicialmente, explorou o gráfico sozinho e de forma aleatória, mas foi preciso intervir e explicar como ler o gráfico de maneira que as informações fossem bem compreendidas. Posicionamos seus dedos sobre o título da representação gráfica para que realizasse a leitura; em seguida, pedimos que percorresse os eixos do gráfico e, por fim, deslizasse seus dedos sobre as barras com informações essenciais para a realização da atividade.

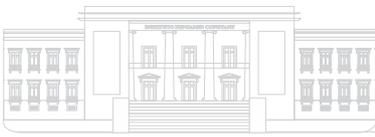
Após as orientações, mais uma vez questionamos as idades dos personagens da atividade. De pronto, o estudante informou a idade de cada um, utilizando-se da leitura gráfica ensinada anteriormente, posicionando os dedos sobre um valor do eixo horizontal; em seguida, percorreu com os dedos a barra correspondente ao valor e, por fim, deslizou seus dedos da direita para a esquerda a fim de buscar o valor referente à barra do eixo vertical (Figura 9).

Figura 9. Posicionamento das mãos



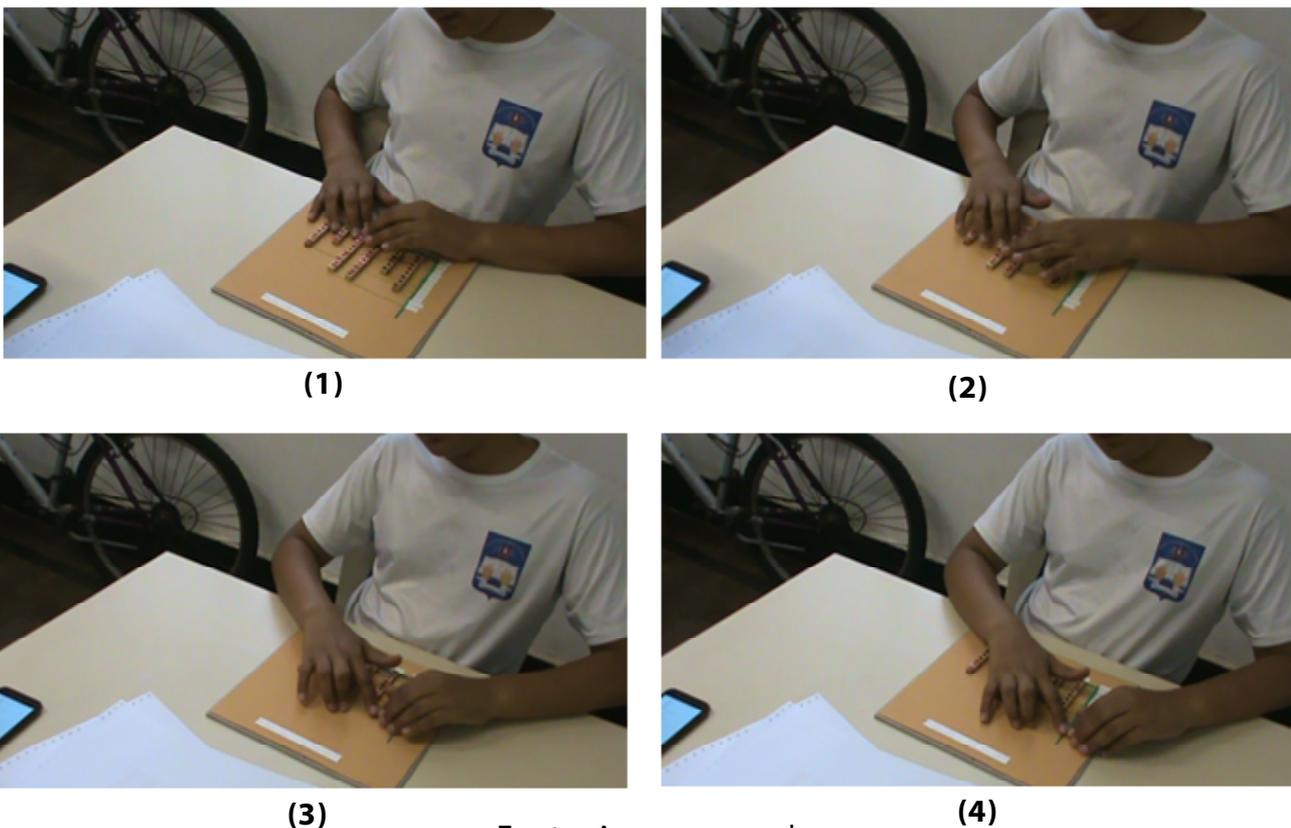
Fonte: Acervo pessoal.

Descrição da imagem: (1) Shaun posiciona as mãos sobre um dos valores no eixo horizontal; (2) percorre a barra correspondente ao valor inicial, de baixo para cima; (3) ao atingir o “topo” da barra, percorre o pontilhado que conduz ao valor correspondente à barra no eixo vertical.

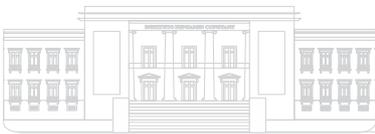


Percebemos que a leitura do gráfico já estava incorporada aos conhecimentos do aluno, uma vez que concedia respostas rápidas sobre as idades dos personagens da atividade gráfica. Prosseguimos com a entrevista e apresentamos a Shaun a última adaptação do gráfico de barras. Demos liberdade ao aluno para explorar a adaptação. Sem a nossa intervenção, o aluno realizou a leitura, começando pelo título do gráfico. Depois deslizou seus dedos sobre o eixo vertical da adaptação, lendo em voz alta os valores correspondentes. Em seguida, repetiu o mesmo procedimento no eixo horizontal. Por fim, deslizou seus dedos sobre as barras para informar as idades dos personagens sem a nossa interferência (Figura 10).

Figura 10: Posicionamento das mãos



Descrição da imagem: (1) Shaun posiciona as mãos sobre um dos valores no eixo horizontal; (2) percorre a barra correspondente ao valor inicial, de baixo para cima; (3) ao atingir o “topo” da barra, percorre o elástico que conduz ao valor correspondente à barra no eixo vertical; (4) posiciona seus dedos sobre o valor correspondente à barra percorrida no eixo vertical.



As representações da Figura 1 traziam perguntas relacionadas ao conceito de média aritmética; pedimos a Shaun que calculasse a média das idades das crianças. Ainda que a explicação sobre o conceito estivesse descrita na atividade, o aluno demonstrou ter dúvidas sobre como realizar os cálculos em cada item da tarefa. Após a explicação, o aluno refletiu sobre como deveria realizar os cálculos.

De início, somou todos os valores e recorreu ao gráfico da Figura 3 para ter certeza de que não esqueceu nenhum dado relativo à idade. Em seguida, mencionou que dividiria a soma obtida pelo número de idades, porém apresentou dificuldades para realizar a divisão. Perguntamos ao entrevistado se desejava realizar seus cálculos com o sorobã e, de imediato, respondeu positivamente. De posse do sorobã, o aluno registrou os valores a serem operados, realizou os cálculos com facilidade e chegou à resposta correta (Figura 11).

Figura 11. Registro dos valores da operação matemática no sorobã



Fonte: Acervo pessoal.

Solicitamos que Shaun voltasse a sua atenção para as perguntas da atividade. No entanto, antes de iniciá-las o aluno pediu o gráfico da Figura 4. Perguntamos se essa adaptação, em especial, favorecia a leitura mais do que as anteriores; a resposta do estudante foi que todos os gráficos eram bons, mas para responder às questões propostas, preferia o gráfico produzido pelo MONET.



O aluno obteve sucesso em suas respostas e encontrou corretamente todos os resultados da atividade. É importante mencionar que Shaun recorreu ao gráfico da Figura 4 para construir as operações e realizar os cálculos. Além disso, não utilizou mais o sorobã; efetuou as operações mentalmente. Ao perguntarmos sobre o gráfico que mais favorecia a leitura e a realização das tarefas, Shaun respondeu, sem hesitar, que as barras do gráfico artesanal estavam mais bem posicionadas e, portanto, favorecia o deslizar dos dedos até os valores posicionados no eixo vertical.

Sobre os gráficos das Figuras 3 e 4, perguntamos sobre a preferência do aluno; ele nos respondeu que preferia o gráfico produzido no MONET, pois o gráfico produzido no Braille Fácil usa o símbolo braille “= =” para representar o “topo” da barra (Figura 12). Acrescentou que o símbolo retarda a leitura, enquanto o gráfico produzido no MONET, ao utilizar uma única textura para construir a barra, agiliza a leitura tátil. O diálogo a seguir ilustra a explicação.

Pesquisador: Qual você leria mais rápido? Pra tentar responder mais rápido?

Shaun: Esse daqui. [Shaun posiciona suas mãos sobre o gráfico da Figura 4]

Pesquisador: Por quê?

Shaun: Porque aqui, é só a pessoa subir até a ponta e ir deslizando pro lado. [O aluno realiza a leitura gráfica, percorrendo a barra que representa a idade de Ana no gráfico da Figura 4, a fim de ilustrar sua resposta]

Pesquisador: E o outro? Você não consegue fazer isso com facilidade.

Shaun: O outro também, eu consigo... mas esse, eu faço mais rápido. É só chegar até a ponta.

Pesquisador: O outro você não consegue subir até a ponta?

Shaun: Não. O outro tem que achar uma sinalização.

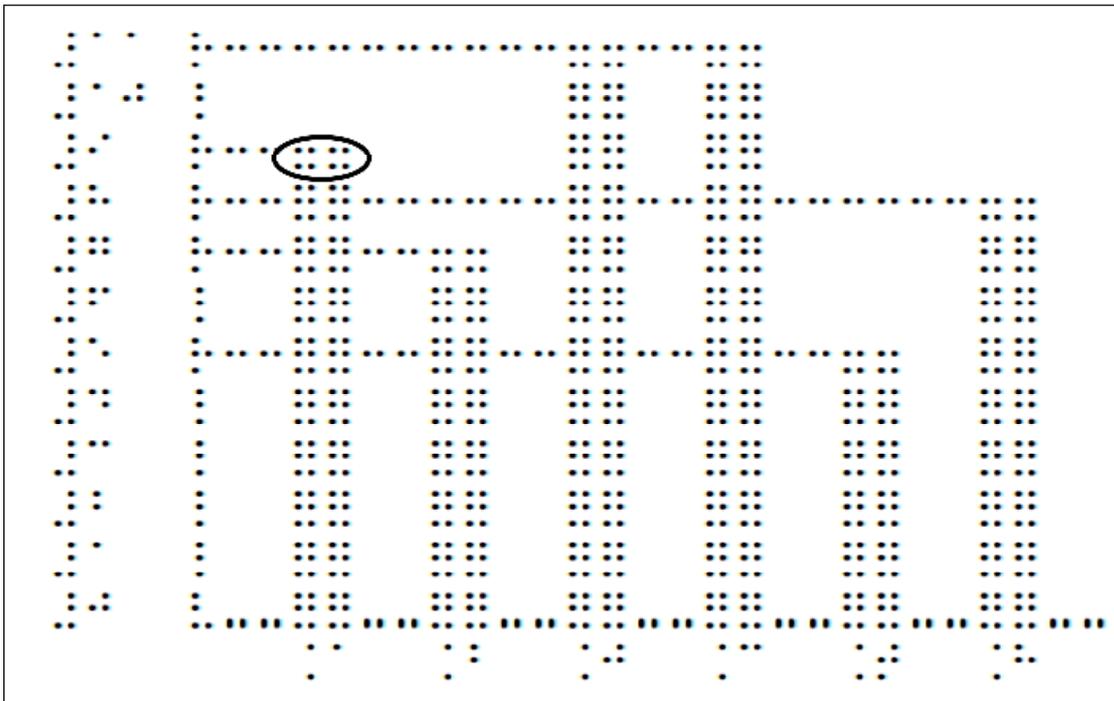
Pesquisador: Então, tem que achar a sinalização primeiro?

Shaun: É.

Pesquisador: Entendi... Você prefere esse que você tá lendo ou o outro? [O aluno que estava lendo o gráfico da Figura 3, posiciona suas mãos sobre o gráfico da Figura 4]

Shaun: Esse. (informação verbal)⁵

⁵ O depoimento do aluno segue transcrito na íntegra para este artigo.

Figura 12. Símbolo braille “= =” circulado no gráfico

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a justificativa de Shaun, encerramos o primeiro encontro da sessão de entrevistas baseadas em tarefas. A seguir, algumas considerações sobre a entrevista juntamente com as reflexões finais.

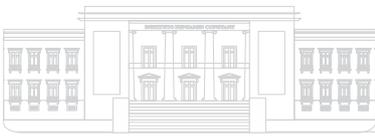
Considerações finais

As atividades desenvolvidas durante a entrevista geraram resultados que permitiram entender aspectos da leitura tátil do aprendiz em relação aos recursos visuais estatísticos, e sobre os tipos mais efetivos de representações para melhor compreensão do aluno cego congênito.

Constatamos que os materiais táteis confeccionados (gráficos artesanais) foram muito eficazes para a leitura tátil do aluno. Ao explorar as três adaptações, Shaun trabalhou os exercícios de leitura propostos por Artega *et al.* (2012):

1º) Identificação externa: o aluno iniciou a leitura pelo título do gráfico.

2º) Identificação interna: o aprendiz leu a legenda gráfica (quando existe) para depois explorar todo o conteúdo relevante.



3º) Percepção de correspondência: para responder às perguntas propostas em cada tarefa, o entrevistado recorreu ao gráfico ou tabela (pelo tato) a fim de coletar informações e resolver as questões.

Durante a tarefa, percebemos que a interpretação de um gráfico não é aprendida espontaneamente; são etapas para a construção cognitiva do aluno “e, portanto, necessita de orientação [...] para que esse aluno tenha condições de compreender cada significado representado no gráfico.” (PEIXOTO; CRUZ, 2011, p. 153).

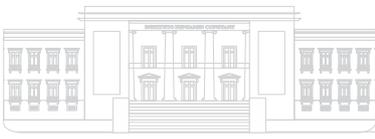
A partir dos gestos produzidos pelo aluno, compreendemos melhor o método adotado para a leitura tátil nas adaptações. Em geral, os gráficos de barras adaptados foram lidos por Shaun da seguinte maneira: 1º) realizou a leitura do título e explorou os eixos vertical e horizontal do gráfico; 2º) posicionou os dedos sobre um valor do eixo horizontal, percorreu a barra correspondente ao valor de baixo para cima; por fim, ao atingir o “topo” da barra, deslizou os dedos da direita para a esquerda até atingir o valor correspondente à barra no eixo vertical.

Considerando-se os níveis propostos por Artega *et al.* (2012), acreditamos que Shaun esteja no nível 5 (ou em um nível superior), pois de acordo com os relatos nas entrevistas, ele conseguiu: 1) identificar todos os elementos contidos nos gráficos; 2) unir as partes dos gráficos por compreender que elas compõem um todo; 3) associar e comparar as variáveis contidas em um mesmo gráfico ou tabela. Não podemos afirmar que o estudante atingiu os níveis 6 ou 7, pois não trabalhamos perguntas que permitissem verificar as habilidades características desses níveis.

A leitura tátil de figuras (gráficos e tabelas) é complexa para o aprendiz sem acuidade visual, que desconhece os elementos pictóricos, já que são produzidos para que o leitor vidente receba o conteúdo de forma rápida e resumida. Assim sendo, é um grande desafio representar recursos visuais estatísticos para estudantes cegos, ao passo que

as informações fragmentadas levantadas durante a exploração tátil devem ser relacionadas com o todo para que os aprendizes possam comparar o que é percebido com os elementos que fazem parte do seu repertório de representações multimodais. Ao contrário do sistema visual, que permite experiência simultânea da informação, o sistema tátil proporciona apenas uma experiência gradual da informação, de maneira sucessiva. (FERNANDES; HEALY, 2009, p. 13).

Além da alfabetização gráfica, a leitura, a compreensão e a interpretação de gráficos estatísticos e tabelas estão intimamente ligadas ao desenvolvimento do letramento estatístico dos aprendizes (GAL, 2002; LOPES, 2010).



Assim como os pesquisadores, defendemos o desenvolvimento de habilidades estatísticas que proporcionem aos cidadãos plena capacidade para a construção do pensamento crítico acerca da representação de dados provenientes de pesquisa estatística.

De modo geral, observamos que as representações desenvolvidas para alunos com deficiência visual devem ser pensadas criteriosamente. Aquelas reproduzidas neste artigo foram inspiradas em oficinas que participamos no IBC (Oficina de Elaboração de Gráficos Táteis e Oficina de Matemática) e em conversas com professores do Instituto.

Por fim, acreditamos que este artigo contribuirá para a educação matemática inclusiva, como um aporte que favorece o processo de ensino-aprendizagem de um estudante com deficiência visual, além de ensejar futuras pesquisas sobre o tema abordado.

Referências

- ARTEGA, Pedro *et al.* Understanding Statistical Graphs: A Research Survey. *Boletín de Estadística y Investigación Operativa*, v. 28, n. 3, p. 261-277, 2012.
- 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). *Diário Oficial da União*, seção 1, Brasília, DF, ano 152, n. 127, p. 2, 07 jul. 2015.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. *Base Nacional Curricular Comum: Educação é a Base*. Brasília: MEC, 2018.
- CAMPOS, Celso Ribeiro; WODEWOTZKI, Maria Lúcia Lorenzetti; JACOBINI, Otávio Roberto. *Educação Estatística: teoria e prática em ambientes de modelagem Matemática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2011, p. 9-21.
- CERQUEIRA, Jonir Bechara; FERREIRA, Elise de Melo Borba. Os recursos didáticos na educação especial. *Revista Benjamin Constant*, Rio de Janeiro, n. 15, p. 15-20, 2000.
- FERNANDES, Solange Hassan Ahmad. *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. 274f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/11344>. Acesso em: 30 maio 2022.
- FERNANDES, Solange Hassan Ahmad; HEALY, Lulu. Desafios associados à inclusão de alunos cegos e com baixa visão nas avaliações escolares. *Escritos Pedagógicos*, v. 4, p. 119-139, 2009.



GAL, Iddo. Adult's statistical literacy: meanings, components, responsibilities – appears. *International Statistical Review*, Netherlands, v. 70, n. 1, p. 1-33, 2002.

GOLDIN, Gerald A. A Scientific Perspective on Structured, Task-Based Interviews in Mathematics Education Research. In: KELLY, Anthony Edward; LESH, Richard A. (ed.). *Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 2000.

LOPES, Celi Espasandin. Educação estatística na escola básica e suas interfaces com a educação matemática, a cultura e a diversidade. In: 10º Encontro Nacional de Educação Matemática, 2010, Salvador. *Anais...* Salvador: Universidade Católica de Salvador, 2010.

PEIXOTO, Aline Maria Dias; CRUZ, Edlane. O desafio do trabalho com gráficos no processo ensino-aprendizagem de Geografia. *Revista Vértices*, Campos dos Goytacazes, v. 13, n. 3, p. 127-168, 2011.

ROCHA, Andrezza Guarsoni. *Projeto Buriti: Matemática* – vol. 5. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2014.

SANTOS, Rodrigo Cardoso dos. *O processo de adaptação de tabelas e gráficos estatísticos em livros didáticos de Matemática em Braille*. 2017. 176f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Matemática, Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

SANTOS, Rodrigo Cardoso dos. *Representações de tabelas e gráficos estatísticos para alunos com deficiência visual*. 2022. 252f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Matemática, Instituto de Matemática, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

Recebido em: 28.2.2022

Revisado em: 3.5.2022

Aprovado em: 9.5.2022