



I ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA INCLUSIVA



Interpretação de gráficos por estudantes cegos: reflexões sobre o uso de tecnologia assistiva

Mayra Darly da Silva¹

Liliane Maria Teixeira Lima de Carvalho²

Resumo do trabalho. Este artigo é um recorte de um estudo de doutorado que se encontra em fase inicial de desenvolvimento na Universidade Federal de Pernambuco pelo Programa de Pós-graduação em Educação Matemática e Tecnológica, na linha de Processos de Ensino e Aprendizagem de Matemática. Na pesquisa temos como objetivo analisar interpretação de gráficos que apresentam relações de proporcionalidade direta e inversa por estudantes cegos, buscando identificar possíveis adequações para o ensino desse conteúdo em sala de aula regular por professores de Matemática dos anos finais do Ensino Fundamental. As adequações para o ensino referem-se a contribuições para a prática docente a partir da utilização de um recurso didático denominado gráfico tátil. Nesse contexto, o recurso é entendido como uma tecnologia assistiva que auxiliará o estudante cego no processo de recebimento e decodificação de informações necessárias à interpretação de gráficos. Dessa forma, este artigo tem como objetivo propiciar reflexões sobre a relevância da tecnologia assistiva para a interpretação de gráficos por estudantes cegos. Assim, discorreremos sobre tecnologia assistiva, e apresentamos incursões bem preliminares dos aspectos metodológicos propostos para a elaboração dos gráficos táteis.

Palavras-chave: interpretação de gráficos; educação inclusiva; tecnologia assistiva; gráficos táteis;

Introdução

O objetivo deste artigo é propiciar reflexões sobre a relevância da tecnologia assistiva para a interpretação de gráficos por estudantes cegos. O trabalho consiste em recorte de um estudo mais amplo de doutorado no qual a primeira autora, orientada pela segunda, buscam analisar relações entre aspectos visuais e conceituais na interpretação de gráficos que apresentam proporcionalidade direta e inversa por estudantes cegos.

No âmbito do estudo de doutorado pretende-se desenvolver gráficos táteis para auxiliar os estudantes cegos a realizarem as suas interpretações. Sendo assim, a discussão sobre a importância da tecnologia assistiva e como elas podem auxiliar no raciocínio dos

¹ Universidade Federal de Pernambuco, mds.mayra@gmail.com.

² Universidade Federal de Pernambuco, lmtlcarvalho@gmail.com.



I ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO

MATEMÁTICA INCLUSIVA



estudantes sobre dados é crucial para o desenvolvimento dos gráficos táteis e para o alcance dos objetivos da pesquisa.

Neste artigo, além dessa introdução, discorreremos sobre aspectos da Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (BRASIL, 2015). O nosso objetivo na abordagem da Lei é apresentar e discutir elementos que demarcam e caracterizam as terminologias que serão mencionadas ao longo deste trabalho e que justificam a relevância da tecnologia assistiva para o ensino.

Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência e tecnologia assistiva

A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência – LBIPD, em termos gerais, destina-se a assegurar e a promover o exercício da cidadania e das liberdades fundamentais enfatizando as condições de igualdade para pessoa com deficiência visando à inclusão social e cidadania (BRASIL, 2015).

Para efeitos dessa lei 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, não paginado).

As barreiras supracitadas são “qualquer entrave, obstáculo, atitude ou comportamento que limite ou impeça a participação social da pessoa, bem como o gozo, a fruição e o exercício de seus direitos [...]” (BRASIL, 2015, não paginado). Podendo ser classificadas em urbanísticas, arquitetônicas, nos transportes, nas comunicações e na informação, atitudinais, tecnológica (BRASIL, 2015).

Em face do exposto na Lei, destaca-se o fato das pessoas com deficiência possuírem impedimentos de longo prazo, sendo suscetíveis, portanto, a encontrar entraves, obstáculos, barreiras atitudinais que venham a limitar ou impedir a sua participação na sociedade em igualdade de condições. Como exemplo relacionado a barreiras atitudinais, podemos citar o estacionamento inadequado de um carro em frente a uma rampa impedindo a passagem de cadeirantes. Essa barreira se classifica como atitudinal, pois



I ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO

MATEMÁTICA INCLUSIVA



houve um comportamento/ação de uma pessoa obstruindo a circulação do cadeirante por aquele caminho.

O desenvolvimento, a participação em sociedade, a autonomia perpassam os ambientes escolares. Entendemos que a escola é o primeiro espaço institucionalizado que possibilita o convívio social, pois as crianças distantes de seus familiares passam a interagir com outras crianças, com outros adultos, e a compartilhar regras. Além disso, o desenvolvimento e a autonomia são estimulados nas atividades, nas brincadeiras, no ato de guardar o material, dentre outros.

Para estudantes com deficiência esse processo precisa ser desenvolvido em função de instrumentos, recursos, serviços, etc. Logo, para um estudante cego ter o acesso a comunicação e informação de forma autônoma precisa da escrita braille. Dessa maneira, para entender elementos visuais das diversas disciplinas é necessário que haja uma mediação a partir de materiais táteis e/ou de uma linguagem acessível que possa conduzir as traduções necessárias. Quando o estudante é privado desses meios alternativos para a aprendizagem existem duas barreiras: as barreiras nas comunicações e informação, pois o estudante é impedido ou limitado a se comunicar e/ou receber e informações; as barreiras atitudinais, quando professores, ou gestores, ou brailistas, ou apoios, ou professores auxiliares não oferecem condições do estudante desenvolver suas habilidades intelectuais segundo as suas características.

Silva, Carvalho e Pessoa (2016) analisaram reflexões de duas professoras brailistas do atendimento educacional especializado da rede estadual de ensino de Pernambuco, sobre um material manipulável de geometria para estudantes cegos. No artigo as pesquisadoras, para coletar os dados, realizaram entrevistas semiestruturadas a partir de bloco de questões. Um dos questionamentos foi sobre os materiais utilizados na escola para o ensino de matemática para estudantes cegos. Sobre esse assunto, as professoras brailistas relataram:

[...] hoje os professores não têm essa sensibilidade de chegar, de criar, de respeitar, de ver a sala de aula 100%, ele vê 80%, com 80% tando bem, pra mim tá legal, entendeu? Então hoje eles veem assim, que eu não concordo, eu acho que tem que ver a sala 100%, mas assim tudo que você pode pegar, pode ver até o próprio cego é uma referência pra que você



I ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO

MATEMÁTICA INCLUSIVA



transforme ele num material de aprendizagem (MARIA) (SILVA, CARVALHO, PESSOA, 2016, p. 193)

Na escola tem a sala de recursos multifuncionais, têm vários objetos lá, materiais, mas nenhum professor até hoje, que eu esteja na escola, nenhum professor solicitou material pra que tivesse em sala pra que ele tivesse tendo... tipo conteúdo e que ele tivesse o material concreto pra ele trabalhar. [...] uma vez só uma professora comentou comigo que ia trabalhar formas geométricas espaciais, aí nós temos em madeira, mas não foi levado pra sala, no final eu que trabalhei algumas questões com ele e eu falo assim algumas questões porque às vezes as pessoas confundem que o nosso atendimento é um reforço ou a gente vai trabalhar o conteúdo que foi dado em sala e não, eu não trabalho nada disso não, não é pra eu trabalhar isso, eu trabalho a escrita braile, o tato, outras questões pra recursos pra que eles saiba trabalhar esses recursos na hora que apresentam o material pra ele, mas infelizmente não é apresentado esse material (ANA) (SILVA, CARVALHO, PESSOA, 2016, p. 198)

Nesses dois relatos é possível observar que as professoras da sala de atendimento educacional especializado expressam insatisfações em referência a posturas dos professores de matemática das classes regulares que não utilizam os materiais disponibilizados pelas escolas. Assim, entendemos que as insatisfações ficam evidente pelas barreiras atitudinais que emergem das práticas docentes.

Sobre a educação, a LBIPD afirma que é direito da pessoa com deficiência, a partir de um sistema educacional inclusivo em todos os níveis, receber um aprendizado contínuo ao longo de sua vida com a finalidade de “alcançar o máximo desenvolvimento possível de seus talentos e habilidades físicas, sensoriais, intelectuais e sociais, segundo suas características, interesses e necessidades de aprendizagem” (BRASIL, 2015, não paginado).

Para que se efetive essa educação a LBIPD em redação no art. 28 descreve o “II - aprimoramento dos sistemas educacionais, visando a garantir condições de acesso, permanência, participação e aprendizagem, por meio da oferta de **serviços e de recursos de acessibilidade que eliminem as barreiras e promovam a inclusão plena;**” (BRASIL, 2015, grifo nosso, não paginado).



I ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO

MATEMÁTICA INCLUSIVA



Nesse artigo da Lei é sutilmente citada a importância de serviços e de recursos que auxiliem o sistema de ensino desde o acesso até a aprendizagem. Nessa passagem que segue, entendemos que a lei retrata o uso de tecnologia assistiva caracterizadas como:

produtos, equipamentos, dispositivos, **recursos**, metodologias, estratégias, práticas e **serviços** que objetivem promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (BRASIL, 2015, não paginado).

Entendemos assim que tecnologia assistiva engloba meios que busquem possibilitar a independência e inclusão de pessoas com deficiência e com mobilidade reduzida. Nesse sentido, mencionamos Radabaught (1993 apud Bersch, 2017, p. 2) o qual afirma que “para as pessoas sem deficiência a tecnologia torna as coisas mais fáceis. Para as pessoas com deficiência, a tecnologia torna as coisas possíveis”.

Na seção a seguir, discorreremos de forma mais detalhada sobre esse tema.

Tecnologia assistiva direcionadas para estudantes cegos

Cabe demarcar que nosso interesse está centrado em aspectos voltados à interpretação de gráficos por estudantes cegos e como tal envolve a criação de uma maquete que possibilite ao estudante realizar essa atividade intelectual com uma maior autonomia.

A cegueira é uma deficiência sensorial que acomete a capacidade da pessoa de receber e decodificar informações a partir do sistema visual. Sá, Campos e Silva (2007, p. 15) afirmam que “a cegueira é uma alteração grave ou total de uma ou mais das funções elementares da visão que afeta de modo irremediável a capacidade de perceber cor, tamanho, distância, forma, posição ou movimento em um campo mais ou menos abrangente”.

Nesse contexto, pode-se afirmar de acordo com a LBIPD (BRASIL, 2015) que a pessoa cega precisa de produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços para realizar diversas atividades, para a autonomia,



I ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO

MATEMÁTICA INCLUSIVA



independência e também são necessários diversos meios para o recebimento e codificação de informações.

Em âmbito educacional, Sá, Campos e Silva (2007, p. 13) afirmam que “os conteúdos escolares privilegiam a visualização em todas as áreas de conhecimento, de um universo permeado de símbolos gráficos, imagens, letras e números”. Assim, é necessário buscar formas alternativas que possibilitem que estudantes cegos possam ter acesso as diferentes representações contidas nas disciplinas escolares.

Ainda de acordo com Sá, Campos e Silva (2007), na ausência da visão, as pessoas cegas recorrem com maior frequência aos demais sentidos para codificar e guardar na memória informações. O olfato e o paladar são indispensáveis e coadjuvantes, no entanto, “o sistema háptico é o tato ativo, constituído por componentes cutâneos e sinestésicos, através dos quais impressões, sensações e vibrações detectadas pelo indivíduo são interpretadas pelo cérebro e constituem fontes valiosas de informação” (p. 16).

Para o ensino de matemática pesquisas têm sido desenvolvidas apoiadas no uso de recursos didáticos para o ensino com a finalidade de possibilitar e facilitar a aprendizagem para estudantes cegos. Podemos observar isso em uma busca rápida realizada nos anais do XIX³ Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática – EBRAPEM no grupo de discussão 13, referente à Educação Matemática e Inclusão.

Um trabalho intitulado *O Processo de Adaptação de Tabelas e Gráficos Estatísticos Presentes em Livros Didáticos de Matemática em Braille* de autoria de Santos⁴ (2015) nos chamou a atenção por falar sobre adaptação de gráficos para estudantes cegos.

Santos (2015) afirma que as tabelas e os gráficos são recursos visuais que contêm informações complementares a um texto, problemas ou exercícios com destaque para a aprendizagem de estatística, dentre outros conteúdos da matemática. Ainda é enfatizado em seu trabalho que adaptações devem ser realizadas, mas é necessária muita atenção a

³ Em uma busca rápida não foram encontrados trabalhos sobre estudantes cegos nos anais do XXI e XXII EBRAPEM.

⁴ O trabalho de Santos em 2015 estava em processo inicial e já encontra-se finalizado, no entanto, focamos na publicação de 2015 por ser uma busca realizada apenas nos anais do EBRAPEM.



I ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO

MATEMÁTICA INCLUSIVA



esse aspecto, pois adaptações inadequadas podem se configurar em barreiras e impedir o acesso as informações, não favorecendo, portanto, os processos de aprendizagem. Logo, ele busca investigar os processos de adaptação realizados a partir do uso do braille, para a leitura tátil.

O trabalho de Santos (2015) ainda não apresentava resultados, conforme possibilidade de publicação do EBRAPEM. Outros trabalhos também em fase de desenvolvimento puderam ser identificados discutindo o uso de recursos para o ensino e a aprendizagem de estudantes cegos.

A fim de observar trabalhos com resultados, foram realizadas buscas nos anais do XII Encontro Nacional de Educação Matemática – ENEM. O estudo de Beirigo e Cintra (2016) nos chamou por apresentar o estado da arte das pesquisas que envolvem a deficiência visual, publicadas nas 11 primeiras edições do ENEM. Como principais resultados, destaca-se que apenas em 2007 surgem os primeiros trabalhos sobre deficiência visual. Para a busca os autores utilizaram as seguintes palavras-chave⁵: “Deficiência visual (17 vezes); inclusão (12 vezes); educação especial; educação Matemática, Matemática (6); Cegos/Cegueira (3); geometria (3); aprendizagem; ensino de Matemática; formação de professores; função e soroban (2)” (BEIRIGO, CINTRA, 2016, p. 5). Após os critérios de exclusão foram considerados elegíveis para a leitura 38 trabalhos que foram divididos em três categorias, a saber: atividades didáticas, formação de professores e perspectivas.

Dentre os 38 trabalhos publicados, 28 foram categorizados como atividades didáticas, que estão relacionados ao desenvolvimento de metodologias e estratégias de ensino. Sendo 23 sobre materiais manipuláveis, 4 sobre tecnologia da informação e 1 sobre jogos.

Essa discussão de Beirigo e Cintra (2016), para esse momento, é suficiente para entendermos que, de um modo geral, os estudos tem se dedicado a apresentar instrumentos a fim possibilitar a aprendizagem dos estudantes.

⁵ Entendemos que utilizando outras palavras os resultados encontrados poderiam ser diferentes, mas evidenciamos que nos 38 trabalhos considerados elegíveis para leitura há representatividade expressiva da utilização de materiais manipuláveis.



I ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO

MATEMÁTICA INCLUSIVA



Nesse sentido, os instrumentos são consideradas neste estudo que desenvolvemos como tecnologia assistiva e que são caracterizadas pela LBIPD (2015) como aqueles que objetivam promover a funcionalidade, a autonomia, a participação, dentre outras funcionalidades.

Essa abordagem da Lei nos remete, do ponto de vista psicológico para as relações entre pensamento e linguagem conforme proposto na perspectiva sociocultural de Vigotski (1996). Nessa teoria, destacamos o construto teórico de Instrumento que é concebido como um importante objeto social que tem a função de mediar a relação do indivíduo com a sociedade.

Nesse sentido, em conformidade com os fundamentos de Vigotski (2000), o conhecimento não resulta de uma ação direta do sujeito sobre a realidade, e sim, pela mediação feita por outros. O outro social pode apresentar-se por meio de objetos, da organização do ambiente, das pessoas, enfim, do mundo cultural que rodeia o indivíduo.

Assim, a compreensão e interpretação de informações “será ampliada de acordo com a pluralidade das experiências, a variedade e qualidade do material, a clareza, a simplicidade e a forma como o comportamento exploratório é estimulado e desenvolvido” (SÁ, CAMPOS, SILVA, 2007, p. 16). Em outras palavras, é preciso pensar nas características do material quanto a sua qualidade, clareza e simplicidade (instrumento), mas esses elementos precisam estar em consonância com o processo de exploração (metodologias, estratégias), no contexto, escolar mediado pelo professor.

Aspectos metodológicos preliminares

Para a elaboração do material consideramos realizar uma revisão sistemática da literatura (RSL) em eventos e em revistas de Educação Matemática, buscando identificar em pesquisas já realizadas elementos que nos auxiliem com características que possam contribuir no processo de ensino e de aprendizagem de estudantes cegos a partir da experiência tátil. Assim, serão analisados estudos a fim de identificar critérios para a seleção, confecção ou adaptações dos materiais utilizados, também, consideraremos



I ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA INCLUSIVA



observar nos resultados as mediações e os aspectos dos materiais que contribuem ou dificultam nos processos de ensino e/ou aprendizagem de estudantes cegos.

Em um segundo momento realizado paralelamente com a RSL, entrevistaremos profissionais que trabalham com adaptações de materiais para o ensino de matemática para estudantes cegos com o objetivo de identificar quais critérios são estabelecidos para as adaptações e como é validado o material.

Após essa construção conceitual realizaremos a confecção de um gráfico tátil apresentando dados sobre proporcionalidade direta e inversa e com o auxílio de um professor cego faremos a testagem e validação do material.

Em etapas posteriores serão realizadas as seguintes ações: (1) estudantes cegos da educação básica irão utilizar os gráficos táteis elaborados para responder atividades de proporcionalidade direta e inversa; (2) professores da educação básica que tem estudantes cegos irão ser convidados a participar de um grupo para refletir, planejar e realizar aula a partir do uso do gráfico tátil; por fim, serão observadas e analisadas aulas a partir do uso do gráfico tátil para propor possíveis adequações ao ensino.

Agradecimentos

Agradeço a Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE pelo financiamento concedido para a condução da pesquisa de doutorado em andamento.

Referências

BEIRIGO, J. A. C.; CINTRA, V. de P. Estado da arte sobre a deficiência visual nos trabalhos apresentados no encontro nacional de educação matemática. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 12, 2016, São Paulo. São Paulo: Universidade Cruzeiro do Sul, 2016. Disponível em: http://www.sbem.com.br/enem2016/anais/pdf/7213_3406_ID.pdf Acesso em: 16 mar. 2019



I ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA INCLUSIVA



BERSCH, R. Introdução à tecnologia assistiva. Rio Grande do Sul: Porto Alegre. 2017. Disponível em: http://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf. Acesso em: 04 de out. 2019

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015.** Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa Com Deficiência. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm Acesso em: 29 de mar. 2019.

SÁ, E. D.; CAMPO, I. M.; SILVA, M. B. C.. **Formação Continuada a Distância de Professores para o Atendimento Educacional Especializado: deficiência visual.** 2007. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/ae_dv.pdf. Acesso em 04 jul. 2016

SANTOS, R. C. dos. O processo de adaptação de tabelas e gráficos estatísticos presentes em livros didáticos de Matemática em Braille. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 19, 2015. Minas Gerais: Universidade Federal de Juiz de Fora. Disponível em: http://www.ufjf.br/ebapem2015/files/2015/10/gd13_rodrigo_santos.pdf. Acesso em 02 de out. 2019

SILVA, M. D. da; CARVALHO, L. M. T. L. de; PESSOA, C. A. S.. Material manipulável de geometria para estudantes cegos: reflexões de professores brailistas. **Revista Paranaense de Educação Matemática**, v. 5, n 9, p. 176-202, jul – dez, 2016. Disponível em: http://www.fecilcam.br/revista/index.php/rpem/article/viewFile/1264/pdf_196. Acesso em: 02 de out. 2019.

VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 2000.