



SEÇÃO ARTIGO CIENTÍFICO

Construtor de Gráficos: uma proposta para autonomia na construção e interpretação de gráficos por alunos cegos

Graphics Builder: a proposal for autonomy in the construction and interpretation of graphics by blind students

Elaine Luiz de Carvalho¹
Patrícia Ignácio da Rosa²
Vagner Santos da Cruz³

RESUMO

Gráficos e tabelas são importantes para o ensino de maneira geral, e por uma escolha social são usualmente expressos por meio de representações visuais. Estas representações são muito comuns em nossa sociedade e bastante utilizadas no espaço escolar, contudo, as representações táteis, que atendem as pessoas cegas, acabam sendo pouco utilizadas. Considera-se importante que o aluno cego também possa ter acesso a tabelas e gráficos, contribuindo para o desenvolvimento de sua capacidade de abstração e generalização. A maioria dos recursos gráficos existentes, especificamente criados para esse público, apresenta materiais prontos que viabilizam a interpretação de gráficos, porém também possuem características limitantes por não permitirem que os alunos possam construir gráficos a partir dos dados de uma tabela, por exemplo. Neste trabalho, foi desenvolvido um recurso pedagógico bidimensional, interativo e de baixo custo, que apresenta flexibilidade na formação das representações visuais. Permite construir curvas de forma automática, proporcionando autonomia na construção e interpretação de gráficos por alunos cegos. Este artigo tem como objetivo validar o uso do “Construtor de Gráficos”, como instrumento pedagógico, no processo de ensino e aprendizagem de alunos cegos, de acordo com as impressões de revisores e alunos.

Palavras-chave: Construção de gráficos. Deficiência visual. Autonomia.

ABSTRACT

Graphs and tables are important for teaching in general, and for a social choice, are usually expressed through visual representations. These representations are very common in our society and are widely used in school space, however, the tactile representations, which serve the blind people, end up being little used. It is considered important that the blind student can also access the tables and graphs, contributing to the development of their capacity for abstraction and generalization. Most existing graphical features specifically designed for this audience have ready-made materials that make graphics interpretation viable, but they also have limiting features because they do not allow students to construct

1 Instituto Benjamin Constant (IBC)
Mestre em Ensino das Ciências pela Unigranrio.
E-mail: elaineluizdecarvalho@ibc.gov.br.

2 Instituto Benjamin Constant (IBC)
Mestre em Diversidade e Inclusão pela Universidade Federal Fluminense (UFF).
E-mail: patriciarosa@ibc.gov.br.

3 Instituto Benjamin Constant (IBC)
Doutor em Ciências pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).
E-mail: vagnercruz@ibc.gov.br.



graphs from the data in a table, for example. In this work, a two-dimensional, interactive and low-cost pedagogical resource was developed that presents flexibility in the formation of visual representations. Allows to construct curves automatically, providing autonomy in the construction and interpretation of graphics by blind students. This article aims to validate the use of the “Graphic Builder”, as a pedagogical tool, in the process of teaching and learning blind students, according to the impressions of reviewers and students.

Keywords: Graphics construction. Visual impairment. Autonomy.

1. Introdução

Este trabalho apresenta as etapas de produção e avaliação de um recurso pedagógico, denominado “Construtor de Gráficos”, criado para auxiliar o aluno cego na construção e interpretação autônoma de gráficos. Idealizado para atender às demandas existentes do segundo segmento do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, o Construtor também permite a representação e a interpretação de diversas situações.

Os sujeitos envolvidos, neste estudo, apresentam características que exigem a adoção de estratégias e de materiais de ensino diferenciados, pois são alunos com deficiência visual. O desafio é trabalhar os conceitos a partir das necessidades e das características dos discentes, ampliando suas possibilidades de construção e interpretação das representações.

Há muitas formas de se trabalhar os fenômenos representados por gráficos; um bom exemplo disso são as representações impressas em tinta, texturizadas e replicadas em películas de policloreto de vinila (PVC), também conhecidas como materiais grafotáteis.

[...] a representação grafotátil é importante e pertinente para o aluno cego no contexto educativo inclusivo. Contudo, há ainda um longo caminho a percorrer na construção e utilização de materiais/imagens em relevo para motivar a aprendizagem e promover um ambiente facilitador da inclusão (LIBERTO; RIBEIRO; SIMÕES, 2017, p. 9).

Esses recursos procuram criar pontes representacionais entre a imagem visual contida nos gráficos e a percepção tátil, relação de grande importância no ensino inclusivo. As representações são criadas transformando linhas, tracejados e pontos impressos em tinta, em elevações e texturizações perceptíveis ao toque, que de acordo com Rosa (2015), são mais utilizadas para os conceitos que não permitem o toque direto. As representações tornam-se necessárias para facilitar o acesso das pessoas com deficiência visual, já que a percepção visual é especialmente valorizada no ensino de Ciências. Destaca-se que o apelo visual, normalmente, ocupa um papel central no ensino, como pode ser observado nos livros didáticos atuais: “Apesar dos outros sentidos serem de grande importância para os indivíduos, o sentido visão parece dominar toda e qualquer atividade que se realize no ambiente escolar” (CAMARGO, 2003, p. 1).



Embora a representação grafotátil em película de PVC seja um instrumento pedagógico importante no ensino, a película não consegue substituir os objetos tridimensionais, como as maquetes. Edman (1992) chama a atenção para os aspectos complementares de um objeto/conceito:

A imagem é apenas uma maneira de organizar a mente. É um ponto de referência e nunca pode tomar o lugar de um objeto tridimensional. No entanto, pode ser um complemento muito importante para tal objeto e muitas vezes é uma condição necessária (EDMAN, 1992, p. 8, tradução dos autores).

Consideramos importante assegurar, aos alunos cegos, o acesso às mesmas ferramentas disponíveis a alunos videntes,⁴ segundo as recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997, p. 29): “Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si”. A Base Nacional Curricular Comum (BRASIL, 2016), do Ensino Fundamental II, também reforça a importância dessas ferramentas no ensino:

Enfrentar situações-problema em múltiplos contextos, incluindo-se situações imaginadas, não diretamente relacionadas com o aspecto prático-utilitário, expressar suas respostas e sintetizar conclusões, utilizando diferentes registros e linguagens [gráficos, tabelas, esquemas, além de texto escrito na língua materna e outras linguagens para descrever algoritmos, como fluxogramas e dados] (BRASIL, 2016, p. 265).

A igualdade de oportunidades deve ser proporcionada ao aluno com deficiência para que, de fato, seja incluído no processo educacional. Vygotsky (1997a) chama a atenção para a necessidade de encontrar caminhos que proporcionem a equidade no ensino:

A criança cega ou surda pode alcançar o desenvolvimento da mesma forma que as crianças sem deficiência, mas deve utilizar métodos, caminhos e meios diferentes de comunicação, e para o pedagogo é importante conhecer a peculiaridade na forma pela qual deve-se conduzir a criança (VYGOTSKY, 1997a, p. 17, tradução dos autores).

Nesse sentido, é importante que o aluno cego tenha acesso e seja estimulado a compreender os conceitos expressos por meio de gráficos. Para compreendê-los, o estudante precisa reunir e associar informações, utilizando os seus sentidos remanescentes, contudo é preciso considerar as diferenças existentes entre esses sentidos no processo de captação da informação. Soler (1999) esclarece essa questão ao tratar das principais características das adaptações curriculares para alunos que apresentam somente a deficiência visual:

4 O indivíduo que utiliza a visão como principal canal de comunicação com o mundo que o rodeia.



O fato de existir alunos cegos e com baixa visão na sala de aula envolve, em primeiro lugar, um tipo particular de adaptação curricular: realizar ajustes que não afetam os componentes curriculares básicos, de forma que esses não sejam modificados, substituídos ou suprimidos. Isso significa que as adaptações afetarão somente as atividades, as estratégias metodológicas ou didáticas e os critérios de avaliação. Assim, os alunos cegos ou com baixa visão seguem o mesmo currículo que os alunos videntes que cursam o mesmo nível escolar; a cegueira não acarreta uma adaptação dos conteúdos conceituais (SOLER, 1999, p. 30, tradução dos autores).

Não cabe uma supressão curricular de conteúdos para alunos com deficiência visual, mas sim uma adaptação de métodos e estratégias de ensino. Aos alunos com deficiência é preciso garantir o acesso às mesmas informações oferecidas aos demais sujeitos participantes do processo pedagógico, porém utilizando outros canais de captação da informação.

A partir da afirmação de Ferronato (2002, p. 53), de que “faltam recursos que possibilitem ao cego construir gráficos e/ou mesmo interpretá-los”, e pela análise dos materiais desenvolvidos por Ferronato (2002), Uliana (2012) e Azevedo (2010), iniciou-se o desenvolvimento de um material de baixo custo, que pode ser construído pelo próprio professor.

O objetivo deste artigo é apresentar as etapas de produção e testagem do Construtor de Gráficos, recurso pedagógico criado para auxiliar o aluno cego na construção autônoma de gráficos. Coimbra (2003) destaca que a autonomia implica em dominar o ambiente físico e social para que o sujeito com deficiência alcance seus objetivos. Entendemos que o professor pode contribuir nesse processo, de forma significativa, quando disponibiliza as ferramentas necessárias para que o aluno com deficiência visual tenha igualdade de condições em seu aprendizado.

Salienta-se que os dados coletados e apresentados, neste trabalho, são utilizados com o objetivo de aprimoramento e aplicabilidade do material.

2. Metodologia e materiais

Este estudo tem como objetivo validar o uso do Construtor de Gráficos, como instrumento pedagógico, no processo de ensino e aprendizagem de alunos cegos, de acordo com as impressões de revisores e de alunos. Para isso, utiliza uma abordagem metodológica qualitativa, que de acordo com Ludke e André (2013, p. 14), “envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes”.



Em uma pesquisa qualitativa, os dados podem ser coletados por meio de entrevista, como esclarece Oliveira (2016). Nessa investigação realizam-se entrevistas semidiréticas, gravadas em áudio e fotografadas. A estratégia permite a utilização de roteiro e proporciona certo grau de espontaneidade aos participantes.

Os conteúdos das gravações são transcritos e analisados a partir da técnica de análise de conteúdo, que segundo Bardin (2016, p. 125), obedece aos seguintes critérios: exploração do material, tratamento e interpretação dos resultados.

As entrevistas partem de três eixos norteadores: o primeiro eixo procura captar as impressões dos participantes quanto às características físicas do Construtor de Gráficos; o segundo explora as impressões quanto ao processo de construção/compreensão do gráfico; e o terceiro eixo observa as impressões dos participantes quanto à avaliação do material didático. Dos dados coletados nesta investigação surgiram categorias. Neste trabalho, optamos por apresentá-las ao longo da análise de dados.

As etapas de elaboração do Construtor de Gráficos são relatadas detalhadamente e organizadas em sequência, visando a sua replicação. Os diversos materiais selecionados para a composição do Construtor de Gráficos, e as várias tentativas de montagem deste recurso pedagógico são descritas. Todas as etapas do processo de produção são analisadas e dependem da aprovação dos revisores cegos para posterior aplicação com os alunos, observando-se a importância de se construir um recurso pedagógico que priorize as impressões das pessoas com deficiência visual. Cerqueira e Ferreira (1996, p. 2) destacam que a elaboração de materiais simples, tanto quanto possível, deve ser feita com a participação do próprio aluno.

Para compor a base do Construtor, uma placa de EVA (Ethylene Vinyl Acetate) de espessura 7 mm é fixada sobre o papel Paraná 2 mm, e as marcações dos pontos são feitas na base, previamente, por meio de perfurações.

A escolha dos pinos de encaixe de marcação para os pares ordenados também é analisada. Com o objetivo de diminuir custos e reaproveitar materiais, diversos tipos de objetos são testados, dentre eles: tampas de refrigerantes, pinos de madeira utilizados em suportes internos de armários com prateleiras, miçangas furadas e pinos plásticos que vedam o fundo de canetas do tipo hidrocor (Figura1). Este último material apresenta qualidades ergonômicas e um diâmetro adequado ao encaixe nas perfurações feitas na base em EVA, sendo escolhido para fazer a marcação dos pares ordenados. Os pinos são perfurados (com material perfurante aquecido ou com uma furadeira), obtendo-se um orifício para a passagem de um fio de nylon, que permite a formação das curvas automaticamente.



Figura 1: Fundo da tampa de caneta hidrocor furada.

Fonte: arquivo dos autores

Após vários testes, os materiais utilizados para representar as curvas são selecionados com fios de espessuras diferentes, dentre eles: barbante, fio cordonê e fio nylon 0,5 mm. Este último apresentou melhor resultado em função da sua flexibilidade e uniformidade. Dessa forma, os materiais escolhidos e necessários à montagem da base do Construtor de Gráficos são: EVA 7 mm; Papel Paraná 2 mm; Fio nylon 0,5 mm; Pinos plásticos que vedam o fundo de canetas (hidrocor); Vazador nº 6; Carretilha de costura; Matriz texturizada ou película em PVC (opcional); Cola de contato; Cola branca.

3. Etapas para a elaboração do Construtor de Gráficos

3.1 Etapa I – Preparação da matriz da malha quadriculada

Inicialmente, a malha quadriculada com os eixos cartesianos (Figura 2) é elaborada em tinta, utilizando-se o *software* Corel Draw para, posteriormente, unir-se à película em PVC (base para matriz). Assim que aprovada, digitalmente, é impressa em folha com gramatura de 120 g/m², com dimensão de 28 x 29 cm.

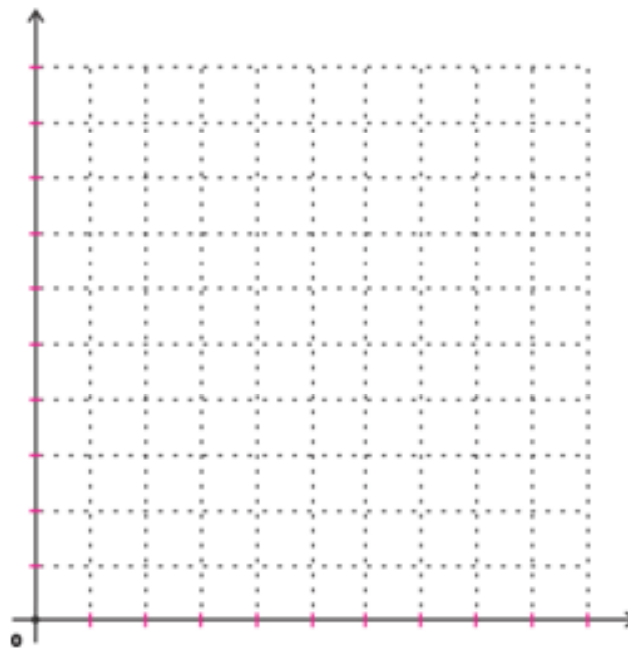


Figura 2: Malha quadriculada

Fonte: arquivo dos autores

A seguir é feita a texturização do material impresso em tinta (matriz), onde são utilizados os seguintes materiais: linha cordonê 001 para texturizar os eixos; linha cordonê 05 para as marcações dos pontos; cola branca; e carretilha de costura para a texturização das linhas pontilhadas.

A elaboração da matriz deve ser iniciada pela marcação da malha quadriculada, representada em tinta por linhas pontilhadas. A texturização das linhas pontilhadas é feita no verso da folha, sobre papelão, para permitir a entrada dos dentes da carretilha. Passa-se a carretilha seguindo a marcação tracejada e, como apoio, utiliza-se uma régua. Esse procedimento deve ser repetido em todas as linhas horizontais e verticais.

Para texturizar os eixos é preciso, primeiro, passar cola branca sobre as linhas do tipo cordonê, aguardando a secagem completa. Em seguida, a linha enrijecida é fixada sobre os eixos da malha quadriculada. Com a matriz pronta e aprovada leva-se à máquina termoduplicadora⁵ para replicar em relevo, observando que a matriz reproduzida servirá para futuras replicações em PVC. Essa etapa é opcional, pois a própria matriz pode ser utilizada para fazer a base do Construtor de Gráficos, o que democratiza a produção por não exigir equipamentos sofisticados.

⁵ Termoduplicadora: aparelho duplicador de materiais que emprega calor e vácuo para produzir relevo em película de PVC; ideal para reprodução de mapas e gráficos em relevo.



O material reproduzido em PVC é anexado a uma outra folha impressa em tinta, sem textura, por meio da utilização de fita dupla face transparente grossa. Após a fixação é necessário fazer as perfurações nos pontos cartesianos da malha quadriculada (Figura 3). Utilizou-se o vazador de nº 6 (técnica opcional).

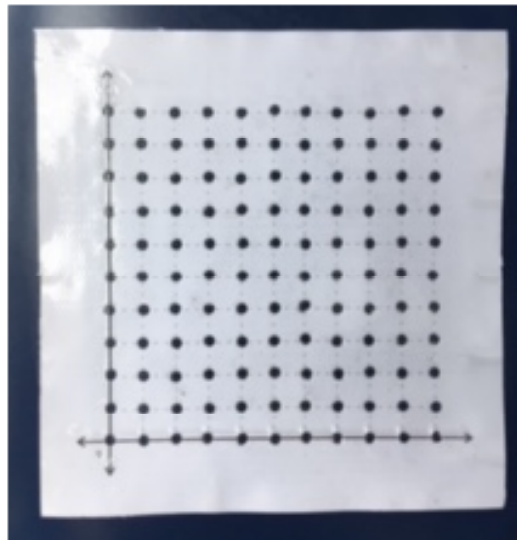


Figura 3: Conjunto vazado da malha quadriculada com película PVC.

Fonte: arquivo dos autores

3.2 Etapa II – Preparação da base em EVA e papel Paraná

Para a construção da base é preciso:

- Cortar um quadrado em EVA com dimensões 30 x 30 cm;
- Cortar um quadrado em papel, do tipo Paraná ou papelão grosso, com dimensões 30 x 30 cm;
- Colar o EVA no papel Paraná com cola de contato e aguardar a secagem;
- Fazer as marcações dos furos nesse conjunto, utilizando como referência a folha matriz quadriculada, já perfurada;
- Fazer as perfurações utilizando os pontos marcados com o vazador nº 6;
- Após essas etapas é preciso sobrepor os conjuntos, fixando com cola de contato.

Após a finalização das Etapas I e II, obtemos a base do Construtor, como apresentado na Figura 4:

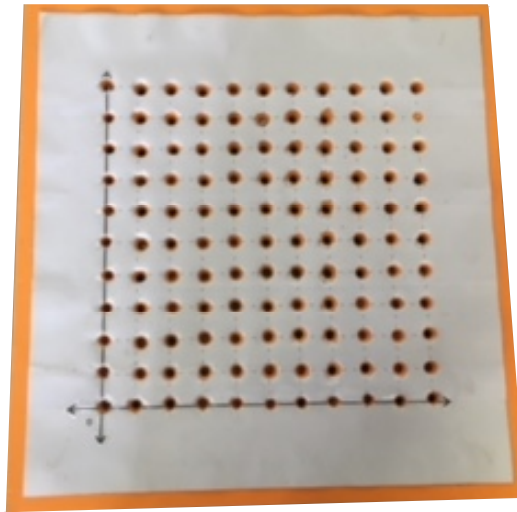


Figura 4: Construtor de Gráficos após a finalização.
Fonte: arquivo dos autores

3.3 Etapa III – Produção dos encaixes

Para atingir o formato das curvas é necessário perfurar os pinos de encaixe, o que pode ser feito com uma furadeira ou com um prego aquecido. Essa perfuração permite a passagem do fio de nylon de espessura 0,5 mm (Figura 5).

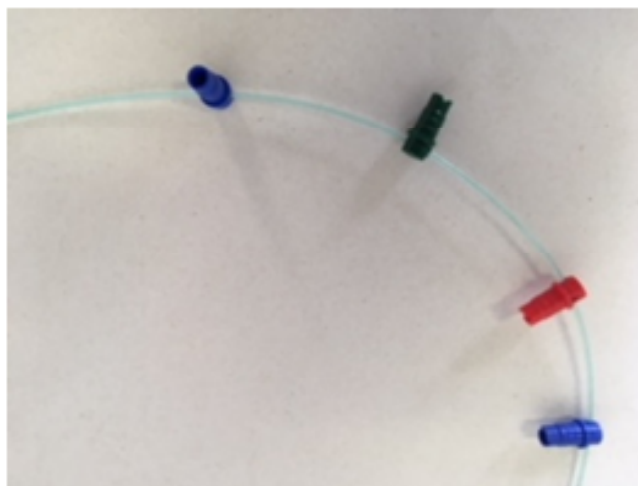


Figura 5: Conjunto pinos e fio de nylon.
Fonte: arquivo dos autores

A versatilidade do fio de nylon permite que a construção das curvas seja feita, automaticamente, após o encaixe dos pinos nos pares ordenados. Isso é uma vantagem, pois na maioria dos materiais didáticos disponíveis, a curva é representada por um conjunto de segmentos de reta, sem que reflita, de forma fiel, o formato da curva que se deseja representar, como parábolas, hipérbolas e exponenciais.



4. Testagem do material didático e análise de dados

As representações visuais convertidas em táteis devem ser de fácil percepção pelo aluno; para tanto é preciso rigor na avaliação dos materiais.

Concluídas todas as fases de produção, o Construtor de Gráficos é apresentado, para testes, a dois revisores, sendo o Revisor 1 cego congênito e o Revisor 2 com cegueira adquirida. Após a análise, ambos aprovam o material. Com o recurso aprovado, iniciam-se os testes com dois alunos cegos congênitos do 8º ano do Ensino Fundamental, do Instituto Benjamin Constant (IBC), habituados com gráficos bidimensionais replicados em película de PVC, apresentados nas aulas de Química. No entanto, da mesma forma que os revisores, os alunos ainda não tinham experiência com a construção de gráficos.

Inicialmente, o material é apresentado aos revisores e alunos, individualmente, com a finalidade exploratória de avaliar o formato, tamanho e manuseio do material didático desenvolvido, observando-se as características de resistência e durabilidade do material pedagógico.

O material não deve provocar rejeição ao manuseio e ser resistente para que não se estrague com facilidade e resista à exploração tátil e ao manuseio constante. Deve ser simples e de manuseio fácil, proporcionando uma prática utilização e não deve oferecer perigo para os alunos (SÁ, 2007).

Durante a etapa de reconhecimento do material (Figura 6) foram coletados relatos, avaliando-se os aspectos qualitativos.

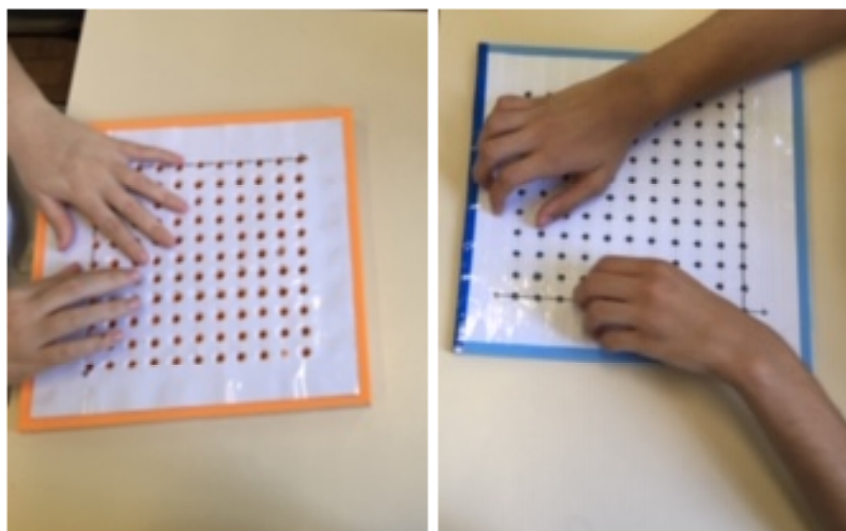


Figura 6: Alunos e revisores exploram o material didático.

Fonte: arquivo dos autores



Valente (2008) destaca que a utilização do tato é realizada por etapas, e não de forma global como o sentido da visão, e que o tamanho do material desenvolvido deve levar em consideração o tamanho das mãos da pessoa com deficiência visual.

[Revisor 1]: É quadrado, o tamanho tá bom [...] tá adequado, é fácil de levar, muito leve. É levíssimo, os buraquinhos estão de fácil percepção, as setas, as linhas, sinto a malha quadriculada certinho.

[Revisor 2]: Ideal, porque é fácil pra o aluno carregar, pra fazer tarefas em casa, é leve. Não ocupa tanto espaço assim [...], né? Achei ideal.

[Aluno 1]: Ótimo, muito bom! A forma ficou boa, deu tudo direitinho, acho que o tamanho tá bom [...] se fosse menor os quadradinhos seriam muito pequenos, não daria para identificar muito.

[Aluno 2]: Acho que tá bom, os buraquinhos tão de tamanho certo, tá legal pra carregar, você vai colocar o material na mochila e não vai estragar é bem resistente, gostei disso também.

Após essa etapa passamos à explicação dos elementos que formam os gráficos para revisores e alunos: a malha quadriculada, os pares ordenados e os eixos cartesianos. A explicação torna-se necessária, pois os revisores possuem pouca experiência com gráficos bidimensionais.

Apresentados os pinos de encaixe dos pontos dos pares ordenados, solicitamos que os participantes identifiquem os eixos, as setas e a malha quadriculada.

[Revisor 1]: Ótimo encaixe, ficam bem firmes, não ficam saindo. A textura dos eixos está bem definida. Nesse material não há necessidade de usar o braille para a marcação, porque cada furo tem seu valor, aí é só contar.

[Revisor 2]: Fácil, não tem como o aluno se perder porque o pino se soltou. Se o aluno esbarrar sem querer com a mão, não tirar e aí ter que fazer tudo de novo. O aluno tendo atenção no que o professor está passando, com esse material dá pra ele chegar até os eixos, os pontos dos eixos x e y de forma tranquila.

[Aluno 1]: Os eixos ficaram bons, dá prá sentir bem, não está ruim... dá pra sentir o x e o y, dá prá diferenciar bem. Eu achei muito bom para poder encaixar os pinos [...] entender também ficou bom, achei que ficou muito legal.

[Aluno 2]: Tá tudo bem marcado, os eixos, as malhas. como você fez essa malha? Eu gostei, ficou parecendo a letra l em braille, eu fiquei curioso por isso, como você tinha feito.



As características físicas do “Construtor” correspondem ao 1º eixo norteador deste trabalho e geram quatro categorias: tamanho, peso, texturização e encaixes, como apresentado no Quadro 1. Pode-se dizer que o Construtor é aprovado, destacando-se em qualidade, leveza, tamanho, formato e facilidade de encaixe dos pinos nos pares ordenados.

Quadro 1: 1º eixo norteador: características físicas

Pergunta: Quais as suas impressões quanto às características físicas do Construtor?			
Tamanho	Peso	Texturização	Encaixes
“o tamanho tá bom” (2) “a forma ficou boa” “tá bom” (3) “não ocupa tanto espaço assim” “ótimo, muito bom!”	“muito leve” “levíssimo” “é leve” “é fácil de levar” “ideal, porque é fácil pro aluno carregar”	“a textura dos eixos está bem definida” “não há necessidade de usar o braille” “dá pra chegar até os eixos x e y de forma tranquila” “os eixos ficaram bons” “dá pra sentir o x e o y, dá pra diferenciar bem” “tá tudo bem marcado, os eixos, as malhas” “eu gostei, ficou parecendo a letra l” “os buraquinhos estão de fácil percepção” “sinto a malha quadriculada certinho”	“ótimo encaixe” “bem firme” “não fica saindo” “não tem como se perder, porque o pino se soltou” “muito bom para poder encaixar os pinos”

Fonte: arquivo dos autores

A partir desse momento é apresentado um quadro de valores, a revisores e alunos, para que encontrem os pares ordenados correspondentes. Observamos certa dificuldade para compreender a relação entre os valores (eixos x e y) que formam o par ordenado. As relações entre os valores de x e os correspondentes valores de y são explicadas enfatizando-se as suas correlações e o conceito de par ordenado. Além disso, explicita-se a relação direta entre os valores contidos nos quadros e a sua representação através de uma curva:

[Revisor 1]: Depois da explicação ficou mais claro. Eu contei o valor do eixo y e contei do eixo x e fui subindo até encontrar o ponto correspondente. É bom fixar o ponto (0,0), para facilitar a contagem.

[Revisor 2]: No começo estava com dificuldades, no momento em que entendi consegui chegar ao “eixo” de forma tranquila. Para marcar mantive meu dedo da minha mão esquerda no eixo y e com a direita no x, eu fui subindo cada burquinho [...] cada casinha, até encontrar com o eixo y, e aí encaixei o pininho para demarcar.

[Aluno 1]: Ficou bom. Tá legal. Eu contei do x e contei do y e encontrei o burquinho (par ordenado) que ligasse os dois, o x e o y.



[Aluno 2]: Eu fui contando a partir do eixo x e depois eu fui subindo pra encontrar o ponto do eixo y, que eu achei mais fácil, porque na hora que falam, geralmente falam o eixo x primeiro. Mantive o dedo no eixo x e andei com a outra mão no eixo y.

Após o entendimento dos conceitos de pares ordenados, inicia-se a construção da curva a partir do quadro de valores. De acordo com os relatos a seguir, observamos que a maioria dos envolvidos no estudo demonstra um receio inicial quanto à solicitação da construção do gráfico:

[Revisor 1]: A princípio pareceu difícil, mas após a explicação ficou mais fácil.

[Revisor 2]: Nunca construí um gráfico. Achei fácil, quando a gente ouve a palavra gráfico já assusta. Porque é visual [...], né? Então pra gente que é deficiente visual, assusta falar em construir gráficos, eu não esperava que ia ser assim tão fácil pra construir [...] tão prático.

[Aluno 1]: No começo achei que ia ser difícil, porque sei lá [...] eu nunca tinha feito [...] eu nunca fiz essas coisas, achei que ia ser difícil, mas depois que comecei vi que era fácil, era só prestar atenção.

[Aluno 2]: Se você prestar bastante atenção nos dados, dá pra fazer direitinho, porque só precisa prestar atenção na contagem pra não se perder, isso é uma coisa que é uma questão de atenção, não tem outra solução pra poder resolver isso.

A seguir, a Figura 7 apresenta as etapas de construção e da percepção da curva por alunos e revisores.

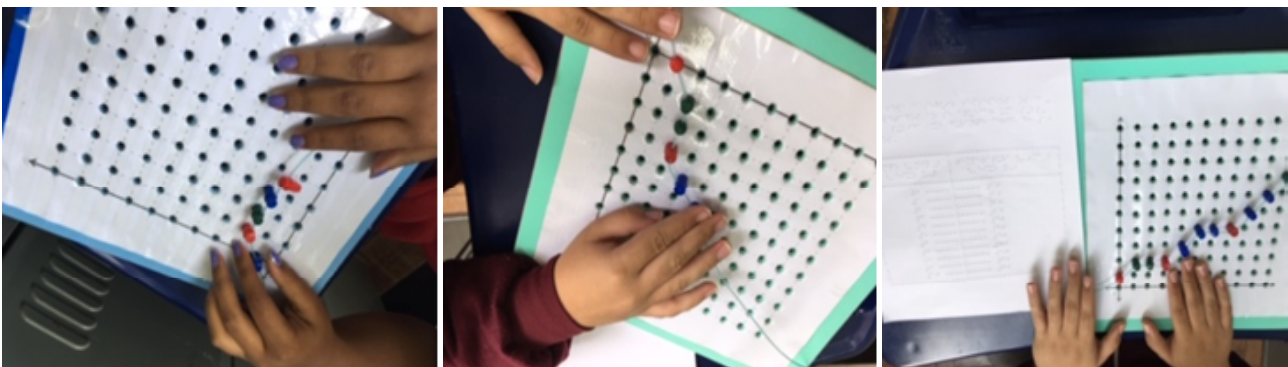


Figura 7: Alunos e revisores constroem e interpretam gráficos.

Fonte: arquivo dos autores

O processo de construção/compreensão dos gráficos é o 2º eixo norteador e gera duas características: identificação dos pares ordenados, formação e percepção da curva, como apresentado no Quadro 2.



Quadro 2: 2º eixo norteador: processo de construção/compreensão dos gráficos

Pergunta: Como foi o processo de construção e percepção da curva a partir do quadro?	
Identificação dos pares ordenados	Formação e percepção da curva
"eu contei o valor do eixo y e contei do eixo x e fui subindo" (2) "é bom fixar o ponto (0,0)" "contei do x e contei do y encontrei o burquinho" "fui contando a partir do eixo x e depois eu fui subindo pra encontrar o ponto do eixo y"	"os contomos das curvas estão de fácil percepção" "o fio de nylon é fácil de esticar para ver o desenho da curva" "acho que ficou bem definido" "o nylon está ótimo porque define mais a curva"

Fonte: arquivo dos autores

Os relatos indicam uma possível lacuna existente no ensino de gráficos para deficientes visuais e a necessidade de representação por meio de outros canais de comunicação. Camargo (2003) enfatiza que é comum que os alunos com deficiência visual sejam excluídos desse processo, pela ausência de materiais que substituam os recursos visuais de maneira satisfatória.

Nesse momento inicia-se a avaliação das questões relacionadas à autonomia, usabilidade e ludicidade proporcionada pelo Construtor de Gráficos. Como observado nos diálogos abaixo, alguns participantes referem-se ao Construtor de Gráficos como um material lúdico e atrativo, quando afirmam que "parece um jogo" e que é "um passatempo". Considera-se importante que o aluno se aproprie de um recurso, que desperte seu interesse e atenção para o estudo do fenômeno observado.

[Revisor 1]: Tanto os eixos quanto os contornos das curvas estão de fácil percepção. O fio de nylon é fácil esticar pra ver o desenho da curva, é flexível, eu posso isolar os pinos que eu não estou usando, eles ficam aqui [...] firmezinho, não andam nem caem. Após aprender a utilizar, tenho vontade de fazer sozinho, ficar construindo gráficos é uma maneira de treinar o raciocínio. Parece um jogo.

[Revisor 2]: Dá nitidamente através dos pinos e da linha. Com certeza é um conjunto, os dois trazem essa percepção para o aluno. Através da linha você liga um pino ao outro, então não tem como o aluno se perder. Totalmente, não tem dificuldade nenhuma, a única coisa é que o aluno precisa conhecer o espaço todinho [do material], pra ele poder dominar. Dominando o material ele consegue sozinho. Conhecendo cada casinha, a posição, o que cada um significa, ele consegue. É bastante prático para o aluno, não tem dificuldade, dá pra ele fazer sozinho, encontrar de forma bem fácil, bem prático, então dá autonomia para o aluno.

[Aluno 1]: Ficou melhor que no Thermoform [película em PVC]. O tamanho dos buracos estão bons, o pino também tá legal, o nylon está ótimo, porque define mais [a curva] dá pra aprender bem. Os pinos estão bem fixos, não dá pra se perder, até



porque não fica soltando toda hora é uma coisa que você bota e fica preso. É muito bom, dá pra aprender bem com ele. Eu gosto de desafio [...] é bom para passar o tempo. É tão legal que eu passaria o dia todo fazendo.

[Aluno 2]: Para construir exige muita concentração, não é difícil não, só precisa de muita concentração se não você acaba pulando um, mas pra entender a curva ficou bem legal. Ficou mais fácil. Com fio ficou mais fácil de entender do que só com os pinos. Acho que ficou bem definido, eu gostei [...] eu não achei difícil de fazer, ficou bem simples, bem fácil, é uma coisa que você passando a mão aqui, dá pra entender.

O processo de avaliação do material é o 3º eixo norteador e gera três características: autonomia, usabilidade e ludicidade, como apresentado no Quadro 3.

Quadro 3: 3º eixo norteador: avaliação do material

Pergunta: Quais as suas impressões quanto ao uso do Construtor?		
Autonomia	Usabilidade	Ludicidade
"tenho vontade de fazer sozinho" "dá pra ele fazer sozinho" "dá autonomia"	"dá pra aprender bem com ele" "é bastante prático" "não tem dificuldade" "muita concentração" (2) "gosto de desafio"	"é uma maneira de treinar o raciocínio" "parece um jogo" "é bom para passar o tempo"

Fonte: arquivo dos autores

Os relatos acima demonstram que a conjugação dos pinos com a linha de nylon é importante para a percepção da forma da curva, trazendo uma noção de continuidade. Também ressaltam a importância da fixação dos pinos, que não se soltam nem escorregam, trazendo segurança no manuseio do material. As primeiras percepções demonstram que o material é adequado para os alunos do Ensino Fundamental II, ainda que a experiência anterior com gráficos seja pequena.

Durante a construção da curva, observamos alguma dificuldade inicial, que é solucionada por meio de intervenções do professor. Contudo, surpreende positivamente a velocidade de compreensão dos conceitos e a capacidade de materialização dos gráficos, pelos participantes, tendo em vista a falta de experiência na construção de gráficos.

Além das retas ou conjuntos de retas, o Construtor permite a representação de diversas outras curvas – exponenciais (Figura 8), hipérbolas e parábolas –, a partir de um quadro de valores. Os quadros podem ser disponibilizados pelo professor ou este pode sugerir valores adequados para que os alunos construam os seus próprios quadros.



Ressaltamos que o Construtor não é adequado para construir gráficos em que os pares ordenados sejam formados por números não inteiros, o que representa uma limitação do material; há outros caminhos/métodos para esses casos específicos. Além disso, o material pode ser aperfeiçoado incluindo-se outros quadrantes para explorar regiões do gráfico com valores negativos. Apesar dessas restrições, o material mostra-se útil para iniciar os alunos deficientes visuais no mundo dos gráficos.

Mesmo tendo sido pensado para ser utilizado principalmente em aulas de Matemática, Física e Química, o Construtor é uma ferramenta multidisciplinar que também pode ser utilizada para outras áreas do conhecimento.



Figura 8: Curva de maior complexidade feita no Construtor de Gráficos.

Fonte: arquivo dos autores

Desse modo, a utilização da ferramenta, Construtor de Gráficos, pode ser um caminho para estimular o aluno cego a construir e interpretar gráficos de forma autônoma.

5. Conclusões

O desenvolvimento de materiais didáticos adaptados é essencial para fornecer, aos alunos com deficiência visual, igualdade de condições no processo de ensino e aprendizagem em relação aos alunos videntes. Os materiais acessíveis colaboram para a superação de barreiras educacionais em conteúdos associados ao sentido da visão.

Percebe-se que a construção e a interpretação de gráficos, tanto por alunos videntes como por alunos cegos, apresenta dificuldades. Por outro lado, são recursos muito utilizados, sendo fundamentais para o desenvolvimento do aluno nas aulas de várias disciplinas e em situações cotidianas.



Este trabalho apresenta mais uma alternativa para a construção e a interpretação de gráficos por alunos com deficiência visual, uma vez que pretende colaborar para uma aprendizagem mais ampla de conteúdos relacionados a gráficos. O Construtor de Gráficos possui baixo custo e pode ser reproduzido por professores e escolas com poucos recursos, contribuindo para a ampliação da autonomia e inclusão do aluno com deficiência visual.

Os vários relatos de revisores e alunos demonstram dificuldades e um receio inicial na construção dos gráficos. Como esses recursos são socialmente associados ao sentido da visão, é natural que – em um primeiro momento –, a pessoa cega se sinta desconfortável. Contudo, observou-se que após as intervenções do professor e da aquisição do conhecimento prévio necessário, foi possível construir os gráficos de forma independente, demonstrando que o material didático desenvolvido contribuiu para a ampliação da autonomia dos estudantes.

Outras etapas de investigação do material devem ser exploradas, a fim de verificar o progresso dos alunos de diferentes séries ao construir curvas mais complexas.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, A.C. Construção gráfica para alunos cegos. *A Física na Escola*, v. 11, n. 1, p. 48, 2010.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. 6. ed. São Paulo: Almedina Brasil, 2016.
- BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Secretaria de Educação Fundamental MEC/SEF, 1997.
- _____. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF, 2016. Disponível: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio/>. Acesso em: jul. 2018.
- CAMARGO, E. P.; SILVA, D. Atividade e material didático para o ensino de Física à alunos com deficiência visual: Queda dos objetos. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. *Anais...* Bauri, 2003.
- CERQUEIRA, J. B.; FERREIRA, E. M. B. Os recursos didáticos na educação especial. *Revista Benjamin Constant*, Rio de Janeiro, 5, 1996.
- COIMBRA, I. D. *A Inclusão do portador de deficiência visual na escola regular*. Salvador: EDUFBA, 2003.
- EDMAN, P. K. *Tactile graphics*. 2. ed. New York: American Foundation for the Blind, 1992.
- FERRONATO, R. *A construção de um instrumento de inclusão no ensino da Matemática*. 2002. 124f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa



Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/7244083/DissertaCAo-de-Mestrado-Rubens-Ferronato>. Acesso em: 13 fev. 2018.

LIBERTO, A.; RIBEIRO, C.; SIMÕES, C. As representações de imagens grafo-táteis para o aluno cego no contexto educativo inclusivo. *Revista Educação Especial*, Santa Maria, v. 30, n. 57, p. 9-26, jan.-abr. 2017.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*. 2. ed. São Paulo: E.P.U., 2013.

OLIVEIRA, M. M. de. *Como fazer projetos, relatórios, monografias, dissertações e teses*. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

ROSA, P. I. da. *A prática docente e os materiais grafo-táteis no ensino de Ciências Naturais e da Terra para pessoas com deficiência visual: uma reflexão sobre o uso em sala de aula*. Dissertação (Mestrado em Diversidade e Inclusão) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2015.

SÁ, E. D. 2007. *Atendimento educacional especializado*. Deficiência Visual. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/ae_dv.pdf. Acesso em: 20 set. 2018.

SOLER, M. A. *Didáctica multisensorial de las Ciencias: un nuevo método para alumnos ciegos, deficientes visuales, y también sin problemas de visión*. Barcelona: Editora Paidós Ibérica, 1999. v. 40.

ULIANA, M. R. *Ensino-aprendizagem de Matemática para estudantes sem acuidade visual: a construção de um kit pedagógico*. 2012. 145f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

VALENTE, D. Imagens que comunicam os dedos: a fabricação de desenhos táteis para pessoas cegas. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISADORES EM ARTES PLÁSTICAS, 17., 2008, Florianópolis. *Anais eletrônicos...*

Disponível em: <http://www.anpap.org.br/2008/artigos/094.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2018.

VYGOTSKY, L. S. Los problemas fundamentales de La defectología contemporánea. En L. S. Vygotski, *Obras Escogidas V: Fundamentos de defectología*. Madrid: Visor, 1997a.

Recebido em: 1.11.2018

Reformulado em: 3.4.2019

Aprovado em: 26.4.2019