

## Recurso tecnológico multissensorial para construção de gráficos por alunos cegos

Multisensory technological resource for building graphics by blind students

Recurso tecnológico multissensorial para la construcción de gráficas por estudiantes invidentes

Vagner Santos da Cruz 

Instituto Benjamin Constant, Rio de Janeiro, RJ, Brasil  
vagnercruz@ibc.gov.br

Patrícia Ignácio da Rosa 

Instituto Benjamin Constant, Rio de Janeiro, RJ, Brasil  
patriciarosa@ibc.gov.br

*Recebido em 06 de junho de 2023*

*Aprovado em 14 de fevereiro de 2024*

*Publicado em 26 de fevereiro de 2024*

### RESUMO

No ensino de Ciências, por uma escolha social, é comum o uso de gráficos através de representações visuais. O ensino de gráficos para pessoas cegas, é geralmente realizado com modelos de gráficos prontos texturizados, que são previamente elaborados pelo professor, permitindo ao aluno apenas a interpretação dos dados ali expressos. Contudo, a autonomia do aluno no processo de construção de gráficos ainda é pouco incentivada, por causa da escassez de ferramentas acessíveis ou pelo seu alto custo. Considerando esta necessidade, foi desenvolvido um protótipo multissensorial para construção de gráficos por alunos com deficiência visual, que além do sentido do tato, também explora a audição. Neste trabalho são apresentadas as etapas de idealização e elaboração desse recurso, e os testes realizados com um revisor cego, com o objetivo de identificar suas impressões quanto às possíveis contribuições na construção autônoma de gráficos por pessoas cegas. A metodologia utilizada para a concepção desta pesquisa foi a qualitativa, tendo como principal fonte as discussões sobre o conceito da multissensorialidade no ensino de pessoas com deficiência visual. Para analisar os dados obtidos foram utilizadas as ferramentas de análise de conteúdo. As análises iniciais demonstraram que o aprimoramento dessa ferramenta com o acréscimo do som pode ter ampliado e aperfeiçoado a habilidade da pessoa com deficiência visual em utilizar, compreender e construir

gráficos, de forma independente. Espera-se que o produto educacional aqui desenvolvido possa ser mais uma ferramenta efetiva no processo de ensino de pessoas com deficiência visual.

**Palavras-chave:** Construção de gráficos; Deficiência visual; Recursos multissensoriais.

### ABSTRACT

It is usual to use graphics through visual representations, in science teaching, by a social choice. The teaching of graphics for the blind is usually carried out with ready-made textured graphics models, which are previously prepared by the teacher, allowing the student only the interpretation of the data expressed there. However, student autonomy in the process of building graphs is still little encouraged, due to the scarcity of accessible tools or their high cost. Considering this need, a multisensory prototype was developed for the construction of graphs by visually impaired students, which, in addition to the sense of touch, also explores hearing. In this-paper, the stages of idealization and elaboration of this resource are presented, and the tests carried out with a blind reviewer, with the objective of identifying their impressions regarding the possible contributions in the autonomous construction of graphs by the blind. The methodology used for the design of this research was qualitative, having as its main source the discussions about the concept of multisensoriality in teaching people with visual impairments. To analyze the data obtained, content analysis tools were used. The initial analyzes demonstrated that the improvement of this tool with the addition of sound may have expanded and perfected the ability of the visually impaired to use, understand and build graphics independently. It is expected that the educational product developed here can be another effective tool in the process of teaching people with visual impairments.

**Keywords:** Graphics construction; Visual impairment; Multisensory features.

### RESUMEN

En la enseñanza de las ciencias, por elección social, es común el uso de gráficos a través de representaciones visuales. La enseñanza de gráficos para personas ciegas se suele realizar con modelos de gráficos texturizados prefabricados, que son preparados previamente por el docente, permitiendo al alumno únicamente la interpretación de los datos allí expresados. Sin embargo, la autonomía de los estudiantes en el proceso de construcción de gráficos aún es poco fomentada, debido a la escasez de herramientas accesibles o a su alto costo. Considerando esta necesidad, se desarrolló un prototipo multisensorial para la construcción de gráficas por parte de estudiantes con discapacidad visual, que además del sentido del tacto, también explora la audición. En este trabajo se presentan las

etapas de idealización y elaboración de este recurso, y las pruebas realizadas con un revisor ciego, con el objetivo de identificar sus impresiones respecto a los posibles aportes en la construcción autónoma de gráficos por parte de personas ciegas. La metodología utilizada para el diseño de esta investigación fue cualitativa, teniendo como fuente principal las discusiones sobre el concepto de multisensorialidad en la enseñanza de personas con discapacidad visual. Para analizar los datos obtenidos se utilizaron herramientas de análisis de contenido. Los análisis iniciales demostraron que la mejora de esta herramienta con la adición de sonido puede haber ampliado y perfeccionado la capacidad de la persona con discapacidad visual para usar, comprender y construir gráficos de forma independiente. Se espera que el producto educativo aquí desarrollado pueda ser otra herramienta eficaz en el proceso de enseñanza de las personas con discapacidad visual.

**Palabras clave:** Construcción de gráficos; Discapacidad visual; Características multisensoriales.

## Introdução

A Política Nacional de Educação Especial estabelece critérios para a definição da deficiência visual, que consiste na perda total ou na redução da capacidade de ver com o melhor olho mesmo após correção ótica, e pode ser definida como:

**Cegueira:** perda da visão, em ambos os olhos, de menos de 0,1, no olho melhor, e após correção, ou um campo visual não excedente de 20 graus, no maior meridiano do melhor olho, mesmo com o uso de lentes para correção.

**Visão reduzida:** acuidade visual entre 6/20 e 6/60, no melhor olho, após correção máxima. Sob o enfoque educacional, trata-se de resíduo visual que permite ao educando ler impressos a tinta, desde que se empreguem recursos didáticos e equipamentos especiais, excetuando-se as lentes de 33 óculos que facilmente corrigem algumas deficiências (miopia, hipermetropia etc.) (Brasil, 1994, p. 16, grifo nosso).

Recentemente, para fins de avaliação da pessoa com deficiência ou com transtorno do espectro autista objetivando a concessão de isenção, foi publicado o Decreto nº 11.063 de 04 de maio de 2022 que apresenta a seguinte definição:

- a) cegueira, na qual a acuidade visual seja igual ou menor que cinco centésimos no melhor olho, com a melhor correção óptica;
- b) baixa visão, na qual a acuidade visual esteja entre três décimos e cinco centésimos no melhor olho, com a melhor correção óptica;
- c) casos em que a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos seja igual ou menor que sessenta graus; ou
- d) ocorrência simultânea de quaisquer das condições previstas nas alíneas “a”, “b” e “c”; e (Brasil, 2022, p.2).

Esta perda ou limitação imposta não impede o desenvolvimento das pessoas com deficiência visual, como salienta Vygotsky (1997a). Contudo, por uma construção social, o sentido da visão ocupa uma posição de destaque na praxe docente, como afirma Camargo (2003, p. 1): “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”.

Esse referencial visuocentrista é dominante na sociedade e se reflete também no ambiente escolar, estando presente nos livros e materiais pedagógicos de uma forma geral. Esse aspecto visual impositivo no contexto escolar pode trazer um prejuízo educacional aos alunos com deficiência visual, sendo importante que todas as estratégias e ferramentas educacionais sejam

oferecidas a esses alunos levando em conta as suas especificidades. Até mesmo aqueles conhecimentos com forte apelo visual precisam ser assegurados aos alunos com deficiência visual, desde que sua percepção possa ser transposta para um outro canal sensorial existente.

A visão é um sentido que permite sintetizar as informações de forma rápida e ampla, possibilitando ao aluno vidente uma identificação quase instantânea do que está sendo observado. O mesmo não ocorre com o aluno cego, que precisa sintetizar essas informações gradativamente, de cada parte ao todo, por meio do tato e de outros sentidos analíticos. Uma possível saída seriam os materiais adaptados, que são idealizados e desenvolvidos para facilitar o acesso das pessoas com deficiência visual à informação, influenciados pelos valores sociais, conhecimentos científicos e limitações tecnológicas de cada época.

Esses recursos compõem o conceito de tecnologia assistiva. Manzini (2005) destaca, dentre as várias designações internacionais existentes, as categorias do quadro criado pelo Sistema Nacional de Classificação para Recursos e Serviços de Tecnologia Assistiva, dos Estados Unidos, em 2000, e sinaliza que este não contempla a adaptação de materiais pedagógicos. Afirma, ainda, que em se tratando de ambiente de ensino acadêmico, a adaptação é uma possibilidade na qual as questões como manuseio e aprendizagem caminham juntas; porque normalmente ao se adaptar um recurso pedagógico há a possibilidade de disponibilização deste recurso para todos os alunos, em um mesmo espaço e tempo, quer tenham alguma deficiência ou não.

Miranda (2008, p.135) analisando o papel das tecnologias assistivas de informação e comunicação e o seu impacto sobre a educação afirma:

Quando utilizamos os termos tecnologia educacional e tecnologia assistiva parece que consideramos um paradigma do futuro, mas a tecnologia educacional e a tecnologia assistiva estão relacionadas aos antigos instrumentos utilizados no processo de ensino e aprendizagem. O giz, a lousa, o vídeo, a televisão, o jornal impresso, um aparelho de som, um gravador de fitas cassete e de vídeo, o livro, seja com letras ampliadas ou não, os materiais didáticos adaptados para uma determinada deficiência e o computador são todos elementos instrumentais componentes da tecnologia assistiva, com fins educacionais.

Segundo Bersch (2008) o termo Tecnologia Assistiva é, normalmente, utilizado para identificar recursos e serviços que contribuam para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e consequentemente promover vida independente e inclusão. Para produzir um conceito de Tecnologia Assistiva que possa ser usado nas políticas públicas brasileiras, o Comitê de Ajudas Técnicas (CAT) pesquisa vários termos nacionais e internacionais e constata as diferenças entre eles. Houve, então, a aprovação, em 2007, do seguinte conceito:

Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de características interdisciplinares, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social... (Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência, 2009a,p.9)

Ainda, segundo Bersch (2008), a expressão “Tecnologia Assistiva” com frequência pode ser encontrada, na língua portuguesa, ao lado das expressões “Ajudas Técnicas” e “Tecnologia de Apoio”, na maioria das vezes como sinônimas, em outras, apontando diferenças no sentido de cada uma delas. Para alguns autores essas expressões se referem a um conceito mais amplo, que abrange tanto os dispositivos, quanto os serviços e metodologias, enquanto que a expressão “Ajudas Técnicas” se refere apenas aos recursos.

Levando em conta a relevância da Tecnologia Assistiva e suas implicações no processo de ensino-aprendizagem, é importante que o professor de alunos com deficiência visual faça uso destes recursos e estratégias, permitindo que estes alunos possam ampliar as possibilidades de aprendizado.

Porém, para que o processo de inclusão seja eficaz, é importante que o conteúdo trabalhado em sala de aula seja o mesmo para todos os alunos, independente de sua condição. É preciso assegurar a estes alunos condições de equidade no ensino. Soler (1999, p.30, tradução nossa) ressalta a importância de uma adaptação curricular sem que ocorra supressão de conteúdos:

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.

Assim, podemos considerar que o aluno com deficiência visual possui plenas condições de assimilar quaisquer conteúdos, desde que as metodologias e estratégias de ensino sejam adequadas às suas especificidades sensoriais. Vygotsky (1997a, p. 17, tradução nossa) reforça que estes alunos são plenamente capazes de alcançar o desenvolvimento:

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.

Neste contexto, considerando a ampla utilização dos gráficos no ensino de ciências, acredita-se que sua utilização no ensino de pessoas com deficiência seja, não somente importante, mas essencial. O ensino de gráficos e suas relações matemáticas constam na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e é recomendado nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (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”.

As pesquisas relacionadas às estratégias de ensino de gráficos para alunos com deficiência visual são desenvolvidas pelos autores desde o ano de 2014, período em que foram identificadas dificuldades por parte dos alunos cegos no uso e interpretação de gráficos. Cruz (2014) relaciona essa situação ao pouco contato que estes alunos têm com esses recursos e pela inexperiência no manuseio desses materiais. Primeiramente, os autores desenvolveram uma ferramenta de baixo custo que possibilitou a construção autônoma de gráficos por alunos cegos (Carvalho, 2020). Essa ferramenta promoveu o interesse desses alunos por gráficos e mostrou-se eficaz em seus objetivos. Finalizada esta fase os autores iniciaram um novo projeto, em que foram adicionadas informações sonoras à ferramenta “Construtor de Gráficos”, o que o transformou

em um material didático multissensorial. Inspirados no trabalho publicado por Aride (2015) o protótipo desenvolvido permite a emissão da informação sonora, com a identificação do par ordenado, quando o botão é pressionado.

A adoção desta estratégia multissensorial (audição/tato) amplia as possibilidades de aprendizado e apreensão da realidade pelas pessoas com deficiência visual. De acordo com Soler (1999, p. 45, tradução nossa), podemos definir a multissensorialidade da seguinte forma:

É um método pedagógico de interesse geral para o ensino e a aprendizagem de ciências experimentais e da natureza, que usa todos os sentidos humanos possíveis para capturar informações sobre o ambiente que nos rodeia e inter-relaciona esses dados para formar conhecimento multissensorial completo e significativo.

Acreditamos que a multissensorialidade é fundamental para o pleno desenvolvimento dos alunos com deficiência, sendo importante levar em consideração a sua utilização nos processos de ensino.

No presente trabalho apresentamos o primeiro estágio de análise com as etapas de desenvolvimento e os primeiros resultados de aplicação do “Construtor de Gráficos Multissensorial”. Foi utilizada uma abordagem metodológica qualitativa através de entrevista com análise de conteúdo, a partir da técnica de Bardin (2016). Os resultados demonstraram que as informações sonoras inseridas na ferramenta, possibilitaram maior facilidade no reconhecimento das informações expressas no gráfico. A aplicação deste produto foi realizada com um revisor cego.

Consideramos que a inserção dessas tecnologias agregou valor ao material didático, despertou o interesse e expandiu as possibilidades de aquisição do conhecimento.

## **Materiais e metodologia**

Esta pesquisa envolve eventos contemporâneos relacionados ao acesso à informação das pessoas com deficiência visual. Assim torna-se necessário considerar as informações disponíveis em nossa cultura, relacionando-as principalmente às relações de sentido estabelecidas a partir da interação e da linguagem como meio de comunicação essencial. O canal visual em comparação

ao tato apresenta-se muito mais abrangente e sintetizador. Essa diferença serviu de base para as análises aqui estabelecidas.

A pesquisa está voltada para as considerações das pessoas com deficiência visual. Sendo assim foram recolhidas informações através de entrevistas semidiretivas, também conhecidas como semiestruturadas, registradas digitalmente e transcritas integralmente. As documentações internas, os registros em arquivos e imagens digitais foram consultados e utilizados como outras fontes de evidência e comprovação. Uma vez demarcado esse universo houve a reunião do conjunto de documentos, que foram submetidos aos procedimentos de análise, o que originou o Corpus desta pesquisa.

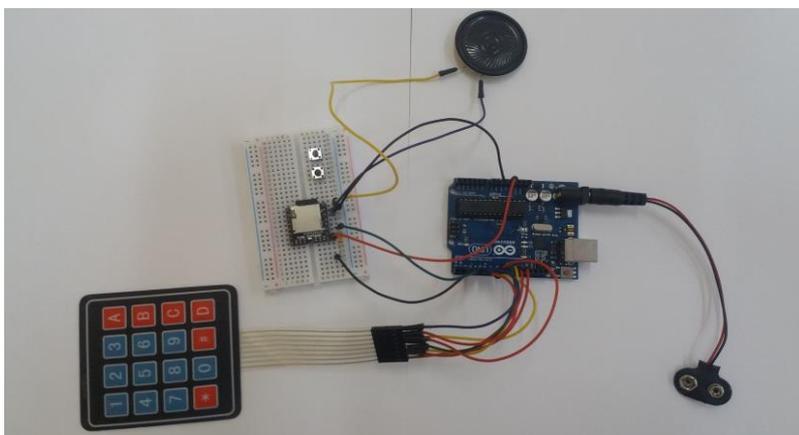
Seguindo as regras sinalizadas por Bardin (2011), esta pesquisa buscou atender ao preceito da exaustividade considerando todos os elementos do Corpus. Para tanto, foi necessário observar todos os aspectos que estavam envolvidos no processo, desde a elaboração do Construtor de Gráficos Multissensorial, até o uso pela pessoa com deficiência visual.

Na contemporaneidade a multissensorialidade tem se destacado no ensino de pessoas cegas. A múltipla percepção sensorial pode ampliar as possibilidades de apreensão da realidade por uma pessoa com deficiência visual, sendo um catalisador no processo de aprendizagem.

Essa inclusão de outra percepção sensorial no material didático, confirma a percepção tátil, favorecendo a apropriação das informações de forma mais célere e assertiva. Neste contexto, os autores desenvolveram um protótipo que emite sons de identificação dos pares ordenados, denominado “Construtor de gráficos multissensorial” que surgiu a partir do aprimoramento da ferramenta “Construtor de Gráficos” (Carvalho, 2020).

As etapas de elaboração do Construtor de Gráficos Multissensorial foram relatadas e organizadas em sequência. Os materiais para a composição dessa ferramenta pedagógica foram selecionados priorizando um custo acessível e ampla disponibilidade. Para tornar o material multissensorial foram utilizados: teclado do tipo membrana, um módulo de som, um alto falante e um microcontrolador (arduíno). Este sistema eletrônico (Figura 1) permite a identificação dos pares ordenados, sendo alimentado com uma pilha de 12 V.

Figura 1 – Sistema eletrônico

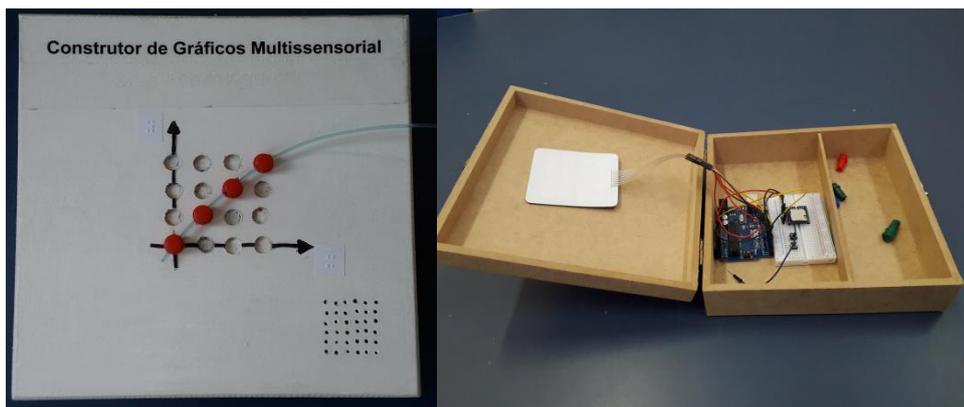


Fonte: Arquivo dos autores

A inclusão do áudio foi possível graças ao microcontrolador programado para executar as faixas do módulo mp3, fazendo com que a cada tecla acionada no teclado membrana a informação sonora fosse emitida no alto-falante. O acréscimo do sistema eletrônico exigiu um novo design, sendo projetado e acondicionado no interior de uma caixa de madeira. As aberturas para a inserção dos pinos dos pares ordenados foram feitas na parte superior da caixa, permitindo o acionamento do teclado membrana, fixado logo abaixo.

O acionamento de cada tecla corresponde a um som emitindo a informação do par ordenado. Na Figura 2 é possível observar o protótipo desenvolvido e seu sistema eletrônico.

Figura 2 – Protótipo “Construtor de Gráficos Multissensorial”



Fonte: Arquivo dos autores

Para a construção da curva foram utilizados pinos de fundo de caneta hidrocor, que foram perfurados para a inserção de uma linha de nylon maleável.

Neste trabalho, utilizamos uma abordagem metodológica qualitativa como indica Oliveira (2016, p. 37):

Entre os mais diversos significados, conceituamos abordagem qualitativa ou pesquisa qualitativa como sendo um processo de reflexão e análise da realidade através da utilização de métodos e técnicas para compreensão detalhada do objeto de estudo em seu contexto histórico e/ou segundo sua estruturação.

Ludke e André (2013, p. 14) esclarecem ainda que a pesquisa qualitativa, “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”.

Outro preceito estabelecido por Bardin (2011) e seguido neste estudo é a regra da representatividade. Para tanto pretende-se oferecer, em trabalhos futuros, o “Construtor” a pessoas com deficiência visual, de diferentes faixas etárias, alunos ou ex-alunos do Instituto Benjamin Constant (IBC). Como destaca Bardin (2011, p.127) “A amostragem diz-se rigorosa se a amostra for uma parte representativa do universo inicial. Neste caso, os resultados obtidos para a amostra serão generalizados ao todo”.

Inicialmente houve a elaboração de um questionário semiestruturado para a coleta de dados sobre o “Construtor de Gráficos Multissensorial”. Para aprimorar e verificar a pertinência deste instrumento de coleta foi necessário utilizá-lo, primeiramente, disponibilizando-o para o revisor cego, pessoa com deficiência visual (PcDV) experiente na área de análise e avaliação de materiais especializados. A aplicação do “Construtor” realizou-se a partir da parte tátil do material, fazendo uma breve explicação sobre seu funcionamento, destacando o complemento sensorial auditivo. Além disso, foram disponibilizadas, para o revisor, tabelas com valores impressos no Sistema Braille para a construção da curva do gráfico.

Buscando atender a regra da homogeneidade de Bardin (2011), que afirma que os documentos retidos precisam ser da mesma natureza, isto é, precisam obedecer a critérios precisos de escolha e não apresentarem muita singularidade. O instrumento de coleta escolhido foi a entrevista que, posteriormente, quando for aplicada ao grupo maior, depois das transcrições, gerarão textos com as narrativas das PcDV em relação ao uso do Construtor, oferecerão um excelente cenário para a análise.

Os dados coletados, durante a análise do revisor, foram gravados em áudio e fotografados, o que também ocorrerá com os futuros participantes. De acordo com Oliveira (2016, p. 37) a pesquisa qualitativa: “[...] implica em estudos segundo a literatura pertinente ao tema, observações, aplicação de questionários, entrevistas e análise de dados, que deve ser apresentada de forma descritiva”.

A técnica em questão proporciona direcionamento e também permite algum grau de liberdade. As gravações foram analisadas utilizando-se a técnica de análise de conteúdo de Bardin (2016, p.125), que se concentra na investigação do material ou conteúdo e no tratamento e interpretação dos resultados obtidos.

As entrevistas partem de dois 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 quanto à avaliação do material didático. Dos dados coletados nesta investigação (primeira etapa) surgiram categorias. Neste trabalho, optamos por apresentá-las ao longo da análise de dados.

Após a etapa de análise dos dados obtidos com o revisor cego, consideramos importante a aplicação com os alunos, como destaca Cerqueira e Ferreira (1996, p. 2). Assim, o Construtor de Gráficos Multissensorial será também aplicado com os alunos no Instituto Benjamin Constant em um trabalho futuro.

Esta pesquisa observa o roteiro de exigências éticas e científicas fundamentais, preconizadas pelo Ministério da Saúde, Conselho Nacional de Saúde e Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (Brasil, 2012) através das diretrizes que estabelecem os aspectos de eticidade, autonomia, dignidade,

vulnerabilidade, beneficência, não maleficência, justiça e equidade presentes na Resolução 466/2012 do CNS. O sujeito envolvido foi filmado digitalmente com seu consentimento, e com esclarecimentos acerca das questões que envolvem o estudo, deixando clara a possibilidade de desligamento de sua participação, em qualquer tempo, do mesmo modo em que autorizou o uso de sua imagem. O estudo é registrado no próprio IBC, no setor responsável pelo acompanhamento e orientação aos pesquisadores que desenvolvem trabalhos na instituição e também na Plataforma Brasil através da identificação CAAE: 51963621.0.0000.5246.

A presente pesquisa concentra-se na perspectiva das PcDV quanto ao uso do Construtor e direciona os esforços em duas áreas básicas: a produção do recurso e as impressões das PcDV ao utilizá-lo.

## **Análise de dados**

Após a elaboração do Construtor de Gráficos Multissensorial foram realizados testes com a revisora cega, que iremos chamar de Maria. Durante a aplicação foram coletadas suas impressões a respeito do material utilizando uma entrevista semiestruturada. As falas obtidas, foram transcritas, classificadas e categorizadas, através de análise de conteúdo, baseada na técnica desenvolvida por Bardin (2016).

O produto educacional foi apresentado à revisora com a finalidade exploratória. Foram observadas as características físicas (formato/dimensões) e os aspectos funcionais (acionamentos/emissão do som). A filmagem permitiu o registro audiovisual da exploração tátil realizada pela revisora na percepção do construtor, assim utilizamos também o registro dessas observações como mais um canal de coleta de dados. Os movimentos corporais realizados pela revisora foram acompanhados quadro a quadro, identificados no tempo de gravação e correlacionados aos depoimentos. Em uma sala reservada, a participante, sentada em uma cadeira, de frente a uma grande mesa iniciou a exploração do material. Inicialmente os pesquisadores fizeram uma rápida descrição do protótipo, acionando-o em seguida. Cada momento desta descrição foi informado oralmente a participante. O quadro 1, idealizado pelos pesquisadores,

apresenta um fragmento da organização destes dados no momento em que o “Construtor de Gráficos” é apresentado.

Quadro 1 – Registros das reações do revisor durante a apresentação do produto

SEG.	PARTICIPAÇÃO DOS PESQUISADORES	MOVIMENTO CORPORAL OBSERVADO NA PARTICIPANTE:	OBSERVAÇÕES E RELATOS DA PARTICIPANTE
01:13 a 01:17	Esclarecimentos orais sobre o protótipo (descrição feita pelo professor).	Sentada a mesa, uma das mãos no colo apoiada sobre sua bolsa e a outra mão sobre a mesa. Sem expressão facial. No momento em que o pesquisador inicia a descrição do protótipo, eleva o tronco, se arruma na cadeira e posiciona as duas mãos (abertas, palmas para baixo, encostadas no tampo da mesa, uma ao lado da outra).	[Revisora]: Em silêncio.
01:17 a 01:19		Sobrepõe alguns dedos das mãos, apertando-os levemente (indicadores e polegares) repetidas vezes.	[Revisora]: Mantem-se da mesma forma.
01:34 a	Acionamento do protótipo com leve emissão de som eletrônico (ao ser acionado) e do arrasto feito sobre a mesa ao direcionar o construtor para a participante. Descrição do que está ocorrendo e das condições do protótipo.	Permanece sentada, com o tronco elevado. Ao leve som do acionamento as mãos, sobre a mesa, se abrem, com os dedos na direção do protótipo. Ao som do arrasto as mãos buscam o construtor antes que este seja entregue a ela pelo professor. Assim que toca no protótipo, rastreia inicialmente pelas laterais até o meio da caixa, em seguida passa a parte superior, onde estão as linhas que marcam os eixos (X e Y) e os orifícios para colocação dos pinos, todos encontrados rapidamente. Todos os dedos acompanham o movimento de rastreamento, porém os indicadores de ambas as mãos, fazem movimentos coordenados, ora explorando os mesmos espaços, ora em espaços diferentes, contudo sem se afastarem muito. Neste rastreio há movimentos verticais e horizontais, ora seguindo a linha dos eixos, ora deslocando lateralmente pelos orifícios. Concentra-se na	A cada pequena pausa na descrição: [Revisora]: A, tá! Uhum!  [Professor]: Se você quiser ler, com calma, tem aí o braille. Lá em cima está dizendo o nome

		maior parte do tempo de exploração nos orifícios e eixos. Rastreia o canto superior da caixa, onde está o nome impresso no Sistema Braille somente após ser alertada para isso pelo professor, momento em que lê em voz alta o que está escrito.	dele, né, tem o nome dele lá em cima. Mais em cima.
--	--	--	---

Fonte: Elaborado pelos autores

Após este reconhecimento inicial (figura 3), pedimos à revisora que construísse alguns gráficos a partir de valores fornecidos em tabelas elaboradas no Sistema Braille e observamos suas reações e a usabilidade do produto educacional, principalmente no que se refere a inserção do estímulo sonoro.

Figura 3 – Reconhecimento do produto educacional pela revisora



Fonte: Arquivo dos autores

Finalizada a etapa de exploração do material iniciou-se uma entrevista semiestruturada, não somente com o objetivo de verificar as impressões da revisora a respeito da utilização do produto educacional, como também aprimorar o instrumento de coleta de dados. A aplicação foi gravada digitalmente e transcrita integralmente. Todas as falas coletadas na entrevista foram analisadas. Destaca-se, a seguir, alguns trechos gravados oralmente e

apresentados em sua forma original, ainda sem a etapa de categorização, que será apresentada posteriormente:

[Professor]: O que você achou da emissão do som sinalizando o par ordenado?

[Revisora]: éeeee, como é que eu vou falar? é eu achei, eu achei, falando com as minhas palavras, eu achei, achei interessante, porque ao passo que a gente vai colocando o pininho e ela fala, o aparelho falando onde a gente tá colocando o pininho. isso facilita um pouco, porque , como é que eu vou dizer, porque às vezes se ele não falasse a gente teria que contar. Não que contar fosse difícil, mas ele facilita um pouco, até pra construir o gráfico mais rápido. Será que eu me expressei bem? que se, quando ele não fala a gente tem que contar os buraquinhos né? aí com ele falando a gente pode... porque por exemplo eu posso passar daqui ohh, botar prá cá, viu aqui?

[Professor]: Você acredita que isso possa facilitar a construção do gráfico?

[Revisora]: sim. é vai ajudar bastante, que mesmo que tem crianças, ou cegos mesmo né, que tem uma certa dificuldade até contar os buraquinhos, ao passo que ele vai colocando o pininho aqui, vai mexendo com os outros pininhos, e colocando nos buraquinhos, o sensor vai falando, e ele vai se localizando mais rápido para fazer o gráfico.

[Professor]: na sua opinião, o material permite a criação de gráficos com total autonomia, por parte da pessoa com deficiência visual?

[Revisora]: é, com essa facilidade do som eu acho que sim.

Nos diálogos acima percebemos que a inclusão dos sons ao marcar o par ordenado pode ser um facilitador no processo de construção de gráficos, já que traz em si um viés de confirmação para a pessoa com deficiência visual. Após estas perguntas decidimos continuar a aplicação do produto educacional pedindo à revisora que fizesse outros gráficos diferentes dos pedidos anteriormente. Alguns erros de marcação foram cometidos, mas identificados por ela com facilidade por conta da resposta sonora imediata.

Após essa segunda etapa de aplicação continuamos a arguição, e alguns diálogos são apresentados a seguir.

[Professor]: agora que você teve a oportunidade de fazer outros pares ordenados, você mudou tua percepção em relação ao material? você tem mais alguma coisa pra acrescentar?

[Revisora]: éeee, mui, éeee, isso também pode dar autonomia para o aluno construir gráfico. Porque se, se eu consegui né?

[Professor]: mais aí você acha que é uma questão de que? de costume mesmo? de se acostumar com o material? porque eu percebi que você teve um pouco de dificuldade no início, mas agora você pegou o ritmo. explica um pouco dessa sua, dessa tua experiência com ele aí, desde o início até agora.

[Revisora]: ée, no início fiquei meio atrapalhada, até me familiarizar com o gráfico, mas ao passo que eu fui... , vai da cabeça também, o aluno tem que pensar um pouquinho. Ao passo que eu fui construindo os gráficos e colocando o pino no lugarzinho certinho, claro que eu contei também os buraquinhos né? e no que a voz ia falando, foi dando uma autonomia, porque aí eu fui treinando também né? que assim, aluno tem, primeiro vocês orientam e depois ele já vai praticando, já vai conseguindo fazer os gráficos né?

[Professor]: e gostou dessa experiência?

[Revisora]: gostei....., muito, éee, no meu segundo grau, que não era especializado, que eu fiz fora daqui, que eu fiz foi magistério, eu até tinha muita dificuldade até na, ..., naquela, como eles faziam aquela parábola, eu tinha maior dificuldade naquilo. E hoje, que eu fiz, que eu consigo criar gráficos. Eu acho que isso vai ajudar bastante o aluno, nessa, éeee, nessa atividade né , de fazer os gráficos, é bom que isso além de exercitar a mente, ele vai, não vai ter tanta dificuldade quando tiver que construir um gráfico maior, eu acho que é bastante válido.

Após a análise dos dados iniciou-se a etapa de categorização. As características físicas/funcionais do “Construtor multissensorial” correspondem ao 1º eixo norteador deste trabalho e geram duas categorias: som e acionamento, como apresentado no quadro 2.

Quadro 2 – 1º eixo norteador: Características do produto

SOM	ACIONAMENTO
“achei interessante” “facilita um pouco” “teria que contar” “pra construir o gráfico mais rápido”	“a gente vai colocando o pininho e ela fala” “o aparelho falando onde a gente tá colocando o pininho” “quando ele não fala a gente tem que contar os buraquinhos né?”

Fonte: Elaborado pelos autores

Pode-se perceber a partir da fala da revisora que o produto educacional se mostra atrativo para utilização em sala de aula, tendo em vista os seguintes comentários: *“achei interessante”, “facilita um pouco”, “pra construir o gráfico mais rápido”*. A inserção do som e consequentemente a exploração de mais um canal sensorial parece contribuir para o processo de identificação dos pares ordenados conforme observado. O som pode ser um acelerador da identificação e construção do gráfico já que possui um viés de confirmação. Sobre o acionamento, é possível identificar a partir das falas da revisora, que a medida em que os botões são pressionados, a saída sonora contribui para a identificação dos pares ordenados, como pode ser observado no seguinte comentário: *“quando ele não fala a gente tem que contar os buraquinhos né?”*.

No quadro 3 é apresentado o segundo eixo norteador desta análise, contendo as impressões da revisora após a utilização do produto educacional. Este eixo gerou três categorias: usabilidade, processo criativo e avaliação pessoal.

Quadro 3 – 2º eixo norteador: Impressões

USABILIDADE	PROCESSO CRIATIVO	AValiação PESSOAL
<p>“vai se localizando mais rápido”</p> <p>“o sensor vai falando”</p> <p>“facilidade do som”</p> <p>“pode dar autonomia”</p> <p>“foi dando uma autonomia”</p>	<p>“eu consigo criar gráficos”</p> <p>“vai conseguindo fazer os gráficos”</p> <p>“bom que isso além de exercitar a mente”</p>	<p>“vai ajudar bastante”</p> <p>“vai ajudar bastante o aluno”</p> <p>“não vai ter tanta dificuldade”</p> <p>“acho que é bastante válido”</p>

Fonte: Elaborado pelos autores

Sobre a usabilidade do material destaca-se a palavra autonomia que é mencionada pela revisora duas vezes. Este conceito deve ser especialmente valorizado pelos professores de alunos com deficiência visual, tendo em consideração que a promoção da autonomia do aluno é um dos caminhos que pode favorecer o processo de inclusão.

Outro ponto importante que foi observado a partir das análises dos diálogos está relacionado ao processo criativo que o produto proporciona. É possível ter esta percepção a partir das seguintes falas: “eu consigo criar gráficos”, “vai conseguindo fazer os gráficos”, “bom que isso além de exercitar a mente”. A palavra “criar” e a frase “exercitar a mente” nos faz presumir que o produto aqui apresentado estimula o processo de criação e apreensão dos conceitos relacionados à construção de gráficos.

A avaliação do produto educacional realizada pela revisora também aponta para a viabilidade do seu uso em sala de aula, já que temos expressões como: “vai ajudar bastante”, “vai ajudar bastante o aluno”, “não vai ter tanta dificuldade”, “acho que é bastante válido”. Estas percepções em conjunto com a análise dos demais diálogos observados, nos levam a acreditar na potencialidade do produto para a utilização no contexto de uma sala de aula. É importante dizer que o produto ainda não foi aplicado com alunos cegos, mas apenas com a revisora adulta cega. Portanto não podemos fazer uma generalização absoluta dos resultados obtidos. Porém, o caráter complementar da inserção de informações sonoras no produto mostrou-se, a princípio, eficiente a medida em que permite a confirmação dos pares ordenados marcados pela pessoa cega.

Espera-se que em trabalhos futuros, este produto educacional, possa ser aplicado em turmas especializadas do ensino médio, contendo alunos com deficiência visual.

## Conclusões

A busca por igualdade de condições no ensino de pessoas com deficiência visual justifica a elaboração e utilização de materiais didáticos adaptados. Estes colaboram para a superação das barreiras educacionais em conteúdos que possuem características associadas ao sentido da visão.

As dificuldades na compreensão de gráficos não é um fato identificado somente no ensino de pessoas com deficiência visual, ela pode ser percebida entre pessoas que apresentam a visão como principal canal de informação. Contudo os gráficos são muito utilizados, tanto por alunos videntes como por alunos cegos, sendo recursos que permitem o aprimoramento da capacidade de

generalização do conhecimento, essenciais para o desenvolvimento discente, nos diversos níveis e modalidades de ensino.

Este trabalho propõe mais uma alternativa para a busca desses objetivos, uma vez que pretende colaborar para uma aprendizagem mais ampla, significativa e multissensorial.

A análise inicial dos dados coletados com o revisor cego sugere que as dificuldades relatadas para a construção autônoma de gráficos podem ser superadas com o uso desse recurso, principalmente pela possibilidade que o mesmo oferece no retorno das informações auditivas, permitindo que a pessoa com deficiência visual possa sozinha elaborar e interpretar gráficos.

Pretende-se, em trabalhos posteriores, aplicar o Construtor de Gráficos Multissensorial em turmas do ensino médio do Instituto do Benjamin Constant, buscando verificar a usabilidade e eficácia do recurso durante a construção dos gráficos no contexto de uma sala de aula.

## Referências

ARIDE, A.S . **Design inclusivo: livro ilustrado multisensorial para crianças deficientes visuais e videntes**. Dissertação (Curso de Comunicação Visual Design) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: 1ª ed. Edições 70, 2016.

BERSCH, R. **Introdução à tecnologia assistiva**. Porto Alegre: Centro Especializado em Desenvolvimento Infantil [CEDI], 2008.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Secretaria de Educação Fundamental MEC/SEF, 1997.

BRASIL. **Decreto nº11.063 de 4 de maio de 2022**. Brasília, DF, 2022. Disponível:<https://www.planalto.gov.br/ccivil03/Ato2019-2022/2022/Decreto/D11063.htm#art1>. Acesso em: 04 dez. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2016. Disponível: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio>. Acesso em: 07 dez. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. **Política Nacional de Educação Especial na perspectiva da Educação Inclusiva**. Brasília: MEC/SEB/SEESP, 1994. Disponível em: <https://inclusaoja.files.wordpress.com/2019/09/polc3adtica-nacional-de-educacao-especial-1994.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde (BR), Conselho Nacional de Saúde, Comissão Nacional de Ética em Pesquisa. **Resolução n 466 de 12 de dezembro de 2012: diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos**. Brasília (DF): MS; 2012. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2023.

BRASIL. Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Comitê de Ajudas Técnicas. **Tecnologia Assistiva**. Brasília: CORDE, 2009a. 138 p. Disponível em: [http://www.galvaofilho.net/livro-tecnologia-assistiva\\_CAT.pdf](http://www.galvaofilho.net/livro-tecnologia-assistiva_CAT.pdf). Acesso em: 07 dez. 2023.

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.

ISSN: 1984-686X | <http://dx.doi.org/10.5902/1984686X84012>

CARVALHO, E. L.; ROSA, P. I.; CRUZ, V. S. **Construtor de Gráficos: uma proposta para autonomia na construção e interpretação de gráficos por alunos cegos.** Revista Benjamin Constant, 61, 2020.

CERQUEIRA, J. B.; FERREIRA, E. M. B. **Os recursos didáticos na educação especial.** Revista Benjamin Constant, Rio de Janeiro, 5, 1996.

CRUZ, V.S; ROSA, P. I. **Um Estudo Quantitativo Preliminar Sobre a Percepção de Alunos com Deficiência Visual Utilizando Recursos Gráficos para o Ensino da Cinemática.** VII Congresso Internacional de Tecnologia na Educação. Pernambuco. 2014.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 2013.

MANZINI, E. T. **Tecnologia assistiva para educação: recursos pedagógicos adaptados.** In: **Ensaio Pedagógico: construindo escolas inclusivas.** Brasília: SEESP/MEC, 2005, p.82-86. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/ensaiospedagogicos.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2023.

MIRANDA, T.G. **Aplicação das tecnologias assistivas, de informação e comunicação em educação especial.** In: MENDES, E. G., ALMEIDA, M. A., & INNOCENTINI, M. **Temas em educação especial: conhecimentos para fundamentar a prática.** Araraquara, SP: Junqueira & Marin. Cap. 9, 2008, p. 134- 144.

OLIVEIRA, M.M de. **Como fazer pesquisa qualitativa.** Petrópolis: Vozes, 2016.

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.

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

Modalidade do artigo: Relato de pesquisa( X ) Revisão de Literatura ( )



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0)