

Placas Algébricas: recurso didático na perspectiva do Desenho Universal para Aprendizagem na Educação Matemática

Algebraic Plates: didactic resource from the perspective of Universal Design for Learning in Mathematics Education

Placas algebraicas: recurso didáctico desde la perspectiva del Diseño Universal de Aprendizaje en la Educación Matemática

Márcia Regina Silva Berbetz
Universidade Federal do Paraná
marcia.berbetz@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-4044-7312>

Anderson Roges Teixeira Góes
Universidade Federal do Paraná
artgoes@ufpr.br
<https://orcid.org/0000-0001-8572-3758>

RESUMO

A presente pesquisa tem o objetivo de apresentar e discutir a utilização de um recurso didático na perspectiva do Desenho Universal para Aprendizagem. Tal material foi desenvolvido considerando o ensino da Álgebra do 8º ano do ensino fundamental. A pesquisa foi aplicada em uma escola pública de Curitiba, num ambiente de sala de aula em que há estudante cego, procurando proporcionar a educação inclusiva. Com esse material, por meio de atividades realizadas, foram produzidos dados que possibilitam a descrição de aspectos das Placas Algébricas em relação à perspectiva do Desenho Universal para Aprendizagem e como recurso promotor de aprendizagem. As análises mostram que o uso das Placas Algébricas proporcionou oportunidades flexíveis de uso e de aprendizagem por todos os estudantes, bem como, o engajamento em prol da educação inclusiva. Assim, a pesquisa contribui para a discussão da real inclusão de estudantes com necessidades especiais.

Palavras-chave: Desenho Universal para Aprendizagem; Educação inclusiva; Educação matemática.

ABSTRACT

This research aims to present and discuss the use of a didactic resource from the perspective of Universal Design for Learning. Such material was developed considering the teaching of

Algebra in the 8th year of elementary school. The research was applied in a public school in Curitiba, in a classroom environment in which there is a blind student, seeking to provide inclusive education. With this material, through activities carried out, data were produced that enable the description of aspects of the Algebraic Plates under analysis from the perspective of Universal Design for Learning and as a resource that promotes learning. The analyzes show that the use of Algebraic Plates provided flexible opportunities for use and learning by all students, as well as, the engagement in favor of inclusive education. Thus, the research contributes to the discussion of the real inclusion of students with special needs.

Keywords: *Universal Design for Learning; Inclusive education; Mathematical education.*

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo presentar y discutir el uso de un recurso didáctico desde la perspectiva del Diseño Universal de Aprendizaje. Dicho material fue desarrollado considerando la enseñanza de álgebra en el octavo año de la escuela primaria. La investigación se aplicó en una escuela pública en Curitiba, en un entorno de aula en el que hay un estudiante ciego, que busca proporcionar educación inclusiva. Con este material, a través de las actividades realizadas, se produjeron datos que permiten la descripción de aspectos de las placas algebraicas bajo análisis desde la perspectiva del diseño universal para el aprendizaje y como un recurso que promueve el aprendizaje. Los análisis muestran que el uso de placas algebraicas proporcionó oportunidades flexibles para el uso y aprendizaje de todos los estudiantes, así como el compromiso a favor de la educación inclusiva. Por lo tanto, la investigación contribuye a la discusión sobre la inclusión real de estudiantes con necesidades especiales.

Palabras clave: *Diseño Universal de Aprendizaje; Educación inclusiva; Educación matemática.*

Introdução

Os conceitos de educação inclusiva apresentaram avanços significativos em meados dos anos 1990, alicerçando-se fortemente com a influência de dois importantes movimentos: a Conferência Mundial de Educação para Todos, na Tailândia, em 1990; e na Conferência Mundial de Educação Especial na Espanha, em 1994, originando o documento “Declaração de Salamanca”. Estes movimentos promoveram ação política, cultural, social e pedagógica na área de acessibilidade para as pessoas com necessidades educacionais especiais, em prol do direito de todos os estudantes estarem juntos no ato de aprender.

Na Declaração de Salamanca (1994) pactua-se o compromisso de uma Educação para todos e declara-se a imprescindibilidade e a urgência de assegurar o acesso a uma educação voltada a pessoas com deficiências, sejam elas crianças, jovens ou adultos. Para tal, as instituições de ensino devem prover uma aprendizagem a todos, incluindo aqueles

que possuam necessidades educacionais complexas, independentemente de suas condições físicas, intelectuais, linguísticas, emocionais, sociais, entre outras.

No Brasil, a lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996, os Parâmetros Curriculares Nacionais e demais documentos educacionais são frutos de construções e lutas da sociedade civil junto às autoridades responsáveis pela política educacional. Apontando para o princípio da igualdade de direitos e de aprendizagem para todos, partindo do olhar para o estudante e suas singularidades, conforme dispõe a Lei Nº 9394/96 de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (BRASIL, 1996).

Quanto ao ensino da Matemática, área de aplicação do recurso didático apresentado neste texto, voltado para a inclusão de pessoas com deficiência visual, há o desafio tanto para aquele que ensina quanto para aquele que aprende, devido ao caráter da disciplina que utiliza grande apelo visual na abordagem dos seus conceitos. No entanto, a vivência no ambiente escolar, nos mostra que as aulas desta disciplina continuam sendo realizadas da mesma forma para todos e o processo de ensino e aprendizagem acontece de forma igualitária, fazendo com que o potencial para aprender dos estudantes com necessidade especial seja subestimado ou ignorado. Com isso, conforme Kobren, Correa e Minetto (2017, p. 177), os estudantes com necessidade especial recebem do educador um “olhar simplificador e excludente, com foco apenas na etiologia e no diagnóstico”, dificultando seu desenvolvimento e aprendizado.

Uma Educação Matemática Inclusiva deve ser orientada por uma concepção de diferença relacionada em “questionamentos de sua produção cultural e social, em sua mutabilidade constante, na sua valorização enquanto produtora de ambientes instigantes, participativos e desafiadores para todos os sujeitos” (KRANZ, 2017, p. 3). A Educação Matemática Inclusiva viabiliza a apropriação do conhecimento matemático por todos e, nesse sentido, para que ocorra a inclusão dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem, faz-se necessário levar em consideração a equiparação de oportunidades para todos, buscando “metodologias que criem possibilidades reais e concretas de aprendizagem” (KRANZ, 2017, p. 6). No entanto, ainda pode-se verificar no ambiente escolar que o ensino inclusivo, de acordo com esse pressuposto, está em processo de efetivação, ocorrendo por muitas vezes a inserção de estudantes com deficiências sem a preocupação com suas necessidades específicas.

Dentre os muitos desafios que são encontrados para a consolidação do ensino da Matemática Inclusiva estão a falta de infraestrutura e de condições de materiais para o

trabalho pedagógico. Ainda, o ensino da Matemática para o estudante cego, foco da presente pesquisa, é um desafio para a maioria dos professores, pois além da falta de formação adequada para o trabalho com estudantes com Necessidades Educacionais Especiais (NEE), a disciplina possui muitos conceitos, cálculos e representações que precisam da representação simbólica. Mesmo tendo uma simbologia específica na comunidade de pessoas cegas, o Braille, a transcrição de símbolos matemáticos para esta simbologia não é suficiente para o ensinar desta ciência, uma vez que não possui, principalmente, a função de substituir uma imagem. Com isso, o ensino voltado para uma Educação Matemática Inclusiva deve estar pautado na mudança quanto às estratégias de ensino e desenvolvimento de materiais didáticos adequados.

Essa discussão não é atual e vem sendo realizada a tempo e indicada em legislações, como no artigo 28 da Lei Brasileira da Inclusão da Pessoa com Deficiência nº 13.146 de 2015, em seu capítulo IV, que trata do direito à Educação (parágrafo VI) que recomenda “pesquisas voltadas para o desenvolvimento de novos métodos e técnicas pedagógicas, de materiais didáticos, de equipamentos e de recursos de Tecnologia Assistiva” (BRASIL, 2015), para pessoas caracterizadas como deficientes.

Diante destas considerações, o presente texto busca apresentar e discutir o uso de um recurso didático na perspectiva do Desenho Universal para Aprendizagem, em turma de 8º ano do ensino fundamental de uma escola estadual em Curitiba/PR, disciplina de Matemática, conteúdo específico: polinômios.

O desenvolvimento do recurso didático, aqui denominado de Placas Algébricas, parte da necessidade de professores em atender um estudante cego. No entanto, temos a concepção que ao desenvolver um material para uso exclusivo de um indivíduo é necessário fazer com que esse estudante seja excluído na socialização e na aprendizagem coletiva. Por isso, utilizamos na abordagem do desenvolvimento das Placas Algébricas o conceito de Desenho Universal para Aprendizagem, perspectiva em que materiais didáticos e metodologias são desenvolvidos para serem utilizadas por todos os estudantes, fazendo com que a educação inclusiva ocorra no ambiente de sala de aula.

Apresentado o recurso didático desenvolvido, discutimos nas próximas seções a concepção do Desenho Universal para Aprendizagem (perspectiva em que o recurso didático foi desenvolvido) e de que forma as Placas Algébricas contribuíram para a efetiva inclusão de estudante cego no ambiente escolar.

Desenho Universal para Aprendizagem

O Desenho Universal para Aprendizagem parte da concepção do Desenho Universal que foi utilizado pela primeira vez em 1985, nos Estados Unidos da América pelo arquiteto Ron Mace, após a aprovação de uma lei que proibia qualquer tipo de discriminação de pessoas com deficiências. O Desenho Universal foi idealizado para a arquitetura, com a intenção de que os projetos arquitetônicos fossem planejados de modo que pudessem acolher a todos, independentemente das condições físicas de cada um.

O Decreto N° 5.296 de 2004, considera, para fins de acessibilidade,

Desenho universal: concepção de espaços, artefatos e produtos que visam atender simultaneamente todas as pessoas, com diferentes características antropométricas e sensoriais, de forma autônoma, segura e confortável, constituindo-se nos elementos ou soluções que compõem a acessibilidade. (BRASIL, 2004).

De acordo com Ricardo, Saço e Ferreira (2017, p. 1525), as adequações de projetos na concepção do Desenho Universal nas fases iniciais de elaboração facilitam a acessibilidade de forma eficaz, pois o ajuste de tais projetos somente após a sua conclusão poderá tornar-se complexo e custoso.

Quando aplicado a recursos educacionais (material didático, metodologias e outros) o Desenho Universal é denominado de Desenho Universal para Aprendizagem e os recursos desenvolvidos nessa concepção não são direcionados apenas aos que deles necessitam e, sim, idealizado para todas as pessoas que participam do processo de ensino e aprendizagem. Segundo o Centro de Tecnologia Aplicada Especial (CAST),

[...] os princípios do Desenho Universal se baseiam na pesquisa do cérebro e mídia para ajudar educadores a atingir todos os estudantes a partir da adoção de objetivos de aprendizagem adequados, escolhendo e desenvolvendo materiais e métodos eficientes, e desenvolvendo modos justos e acurados para avaliar o progresso dos estudantes (CAST, 2018, s.p.).

Há três princípios para que um recurso seja considerado na perspectiva do Desenho Universal para Aprendizagem (CAST, 2018; UDL, 2014): Princípio I – Propiciar múltiplos meios de representação, que envolvem: a percepção, a linguagem e expressão, a compreensão, a matemática e símbolos; Princípio II – Possibilitar diferentes modos de ação e expressão, que abrangem: a função executiva, a expressão e comunicação e a atividade

física; Princípio III – Favorecer diversas formas de engajamento que abarcam: a autorregulação, a persistência e o esforço e o recrutamento do interesse.

Quando se pensa na construção e/ou adaptação de recursos didáticos é necessário considerar os princípios gerais do Desenho Universal (CAST, 2011; GABRILLI, 2016), que adaptados para educação possuem as seguintes características:

- Uso igualitário: propor materiais didáticos ou adaptação de materiais que possam ser utilizados por usuários com capacidades diferentes;
- Flexibilidade de uso: projetar materiais ou adaptação de materiais que permitam atender às necessidades de estudantes com diferentes habilidades e preferências diversificadas, admitindo adequações e transformações; adaptabilidade às necessidades do estudante;
- Uso simples e intuitivo: deve ser de fácil compreensão e apreensão do objeto de estudo, independente da experiência do estudante, de seu grau de conhecimento, habilidade de linguagem ou nível de concentração; eliminar complexidades desnecessárias e ser coerente com as expectativas e cognição do estudante; disponibilizar as informações segundo a ordem gradativa de aprendizagem;
- Informações facilmente perceptíveis: utilizar diferentes meios de comunicação, como símbolos, informações sonoras, táteis, entre outras, para compreensão de estudantes com dificuldade de audição, visão ou cognição; disponibilizar formas e objetos de comunicação com contraste adequado; maximizar com clareza as informações essenciais; tornar fácil o uso do material didático;
- Tolerância ao erro e segurança: considerar a segurança na concepção e/ou adaptação de materiais utilizados em atividades pedagógicas.

A utilização de recursos didáticos na concepção do Desenho Universal para Aprendizagem implica mudança na forma de pensar a prática educacional, na forma em que a informação é apresentada e no modo com que os estudantes expressam suas habilidades e conhecimentos. Sendo assim, essa concepção se constitui em uma ferramenta que tem como finalidade ajustar-se às características dos portadores de necessidades especiais e para tal:

[...] pressupõe a diversidade e o trabalho com identidade e diferença em sua constituição. [...] devendo ser contemplado na metodologia, processo de comunicação e material instrucional, elementos próprios dos princípios da diversidade, identidade e diferença, e não da homogeneidade e dos espaços homogeneizantes, esses últimos produtos de construção social. (CAMARGO, 2017, p. 3).

E dessa maneira,

[...] acredita-se que as diretrizes e princípios do DUA, que estão evidenciados nos estudos de distintos pesquisadores, (...) apresentam perspectivas que possibilitam minimizar as barreiras no percurso acadêmico de estudantes com e sem deficiência, não hierarquizando ou privilegiando um único modo de aprender e, com isso, criando ambientes de aprendizagem flexíveis para estudantes e docentes. (BOCK; GESSER; NUERNBERG, 2018, p. 145).

É com base na concepção do Desenho Universal para Aprendizagem que desenvolvemos o recurso didático (Placas Algébricas) para proporcionar a inclusão de um estudante cego, favorecendo a Educação Matemática Inclusiva.

Metodologia da Pesquisa

Esta pesquisa é de abordagem qualitativa, discutindo as contribuições do recurso didático Placas Algébricas no processo de ensino e aprendizagem de polinômios, investigando como seu uso proporciona a educação inclusiva nas aulas de Matemática.

O tipo de estudo escolhido é classificado como pesquisa de intervenção em Educação que de acordo com Damiani et al. (2013, p. 58)

[...] são investigações que envolvem o planejamento e a implementação de interferências (mudanças, inovações) – destinadas a produzir avanços, melhorias, nos processos de aprendizagem dos sujeitos que delas participam – e a posterior avaliação dos efeitos dessas interferências. (DAMIANI et al., 2013, p. 58).

Com isso, a presente pesquisa foi desenvolvida em quatro momentos: encontro dos pesquisadores com a professora regente a fim de levantar aspectos relativos ao ensino da álgebra para um estudante com deficiência visual e os meios de como realizar a inclusão do estudante; construção do material pelos pesquisadores; desenvolvimento da sequência de

atividades para ser utilizadas com as Placas Algébricas; análise dos resultados oriundos da utilização das Placas Algébricas.

Os participantes da pesquisa são a professora regente e estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental, com idade entre 12 e 17 anos, sendo que na turma há um estudante com deficiência visual em que se disponibiliza um *netbook* com instalações dos *softwares* MECDaiys e do sistema DOVOX.

Cabe ressaltar que essa pesquisa foi submetida à apreciação do comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal do Paraná e aprovado de acordo com o previsto na Resolução nº 466/2012 (CNS) pelo fato de envolver estudantes e colégios da rede pública de Educação. Também, a pesquisa foi autorizada pela superintendência da Secretaria Estadual de Educação do Estado do Paraná.

A professora regente e os responsáveis pelos estudantes assinaram o Termo de consentimento Livre Esclarecido e os estudantes o termo de Assentimento Livre e esclarecido. O total de estudantes autorizados por seus responsáveis a participar da pesquisa foi 11, entre eles o estudante com deficiência visual, todos com os termos de consentimento assinados. O local da realização da pesquisa é a sala de aula de Matemática, ambiente em que se encontram a mesa do professor, quadro branco e de giz e carteiras individuais para os estudantes. Cabe ressaltar que os estudantes que não tiveram autorização de participação da pesquisa realizaram os encontros normalmente, visto que a pesquisa se desenvolveu em horário normal de aula, com conteúdos previstos no currículo escolar, no entanto, esses estudantes não são considerados durante a análise da pesquisa. Tal procedimento está previsto no projeto de pesquisa aprovado no comitê de ética.

Como instrumentos para a produção de dados foram utilizados o registro dos pesquisadores, questionário inicial, sequência de atividades e questionário final. O registro dos pesquisadores contém a observação no ambiente de pesquisa, proporcionando uma descrição dos fatos observados a fim de compreender o que está sendo investigado.

As Placas Algébricas são inspiradas no Material Dourado de Maria Montessori (1870 - 1952), médica e educadora italiana, que desenvolveu diversos materiais manipulativos, destinados à aprendizagem da Matemática para crianças. Para Kaleff e Rosa (2016, p. 31) quanto ao ensino para estudante deficiente visual “[...] a manipulação de um recurso concreto é imprescindível para que por meio do tato, perceba a forma, o tamanho, as texturas, etc., que vão determinar as características do elemento matemático modelado no recurso manipulativo.” (KALEFF; ROSA, 2016, p. 31).

Com isso, o estudante cego, ao manipular um material didático concreto, constrói imagens mentais resultantes da percepção tátil. Ainda, a autora destaca a importância de o professor compreender a função didática de cada material utilizado “[...] frente às habilidades que estão envolvidas no processo mental do aluno e como essas habilidades estão interligadas com o surgimento de obstáculos cognitivos na construção dos conceitos e relações matemáticas.” (KALEFF, 2016, p. 60).

As Placas Algébricas apresentadas na Figura 1, foram construídas utilizando madeira com formatos retangular e quadrado.



Figura 1 – Placas Algébricas
Fonte: Os autores, 2020.

A Figura 01 contém seis placas, sendo que três apresentam a face lisa (na cor azul), constando código Braille, e três apresentam a face com textura (na cor vermelha). Para cada um dos dois tipos de faces, são apresentadas placas em três dimensões: 100 x 100 x 12 mm; 100 x 30 x 12 mm; e 30 x 30 x 12 mm.

Cabe ressaltar que o conjunto de Placas Algébricas possui mais uma placa, com dimensão 130 x 130 x 6 mm. Assim, esse material didático é utilizado, especificamente, para a realização de operações com polinômios.

A face azul (lisa) representa placas positivas e a face vermelha (com textura), placas negativas. Já os pontos do código Braille foram representados por meia pérola de artesanato e indicam as dimensões comprimento, largura e altura, que podem ser variáveis nas atividades propostas. De acordo com Moraes (2016, p. 101), “Ao cego cabe fazer a leitura do Braille ao ler, movendo a mão, da esquerda para a direita, passando por cima de cada linha e neste sentido o Braille é considerado um código linear”. Assim, neste material os códigos representam as letras/variáveis a, b e c, conforme Figura 2.



Figura 2 – Referência de dimensões do alfabeto Braille

Fonte: elaboração própria

Nas Placas Algébricas, para a leitura do código Braille, é necessário que o lado da superfície que contém o código esteja na posição horizontal (FIGURA 3).

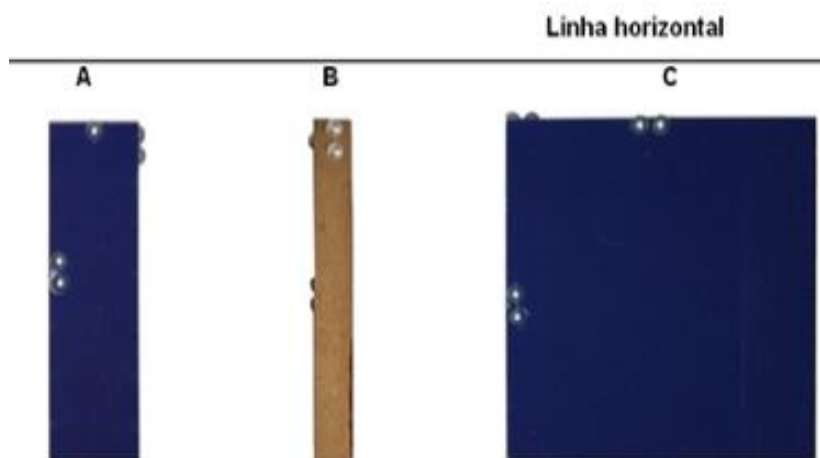


Figura 3 – Modelo de leitura da peça

Fonte: Os autores, 2020.

A Figura 3 apresenta uma linha horizontal em sua parte superior, indicando a posição que a placa do material didático deve estar para a correta leitura do código Braille.

É importante ressaltar que o estudante cego foi ouvido e participou do desenvolvimento do material, seguindo a sugestão Comitê sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência da Organização das Nações Unidas (ONU)

As pessoas com deficiência geralmente não são consultadas na tomada de decisões sobre questões relacionadas ou que afetam suas vidas, e as decisões ainda são tomadas em seu nome. Nas últimas décadas, a importância de consultar pessoas com deficiência foi reconhecida graças ao surgimento de movimentos de pessoas com deficiência que exigem o reconhecimento de seus direitos humanos e seu papel na determinação desses direitos. O lema "nada sobre nós sem nós" ecoa a filosofia e a história do movimento pela defesa dos direitos das pessoas com deficiência, baseado no princípio da participação genuína. (ONU, 2018, p. 2; nossa tradução).

Apresentada a metodologia em suas linhas gerais e a construção do recurso didático, a próxima seção apresenta os resultados e análise da pesquisa desenvolvida.

Resultados e Análise

Nesta seção descrevemos os resultados e concomitantemente realizamos as análises por meio de diálogos com a literatura pertinente, discutindo aspectos condizentes às Placas Algébricas na perspectiva do Desenho Universal para Aprendizagem e como recurso promotor da aprendizagem.

Para preservar a identidade dos participantes são utilizadas as seguintes siglas: PR - professora regente de Matemática; PDV - participante com deficiência visual; P# para os demais estudantes, em que o símbolo # é substituído por um número; e PQ - pesquisadora responsável pela observação e aplicação da pesquisa.

No primeiro momento em que os participantes observam e manipulam o material, eles realizam considerações que corroboram com CAST (2011, 2018) e Gabrilli (2016) sobre o uso igualitário por pessoas com capacidades diferentes. O PDV, em sua fala “Conseguir perceber o lado positivo e o lado negativo tem textura diferente”, comprova o que propõe Lorenzato (2006, p. 22-23) sobre o material didáticas que “uma delas refere-se ao palpável, manipulável e a outra, mais ampla, inclui também imagens gráficas”. Esse fato é evidenciado por P1 ao afirmar “O material é bonito e dá para diferenciar os lados”.

A fala do PDV também demonstra que as Placas Algébricas possuem informações fáceis e perceptíveis por diferentes meios de comunicação, símbolos e textura, tendo o

aspecto simples e intuitivo. Tal fato é verificado pelos participantes videntes ao perceberem no material as diferenças entre o lado positivo e o lado negativo por meio das cores, conforme relato de P3 “O lado positivo é azul e o lado negativo é vermelho”.

O manuseio do material aconteceu de forma fácil para todos os participantes, em especial o PDV que percebeu e compreendeu as três dimensões (identificadas por código Braille) “Consigo identificar o comprimento, a altura e a largura”.

Esses relatos confirmam as afirmações de Kaleff e Rosa (2016) que “Frente a um modelo manipulativo concreto de um conceito matemático, o aluno com deficiência visual, manipula (enxerga com as mãos) esse conceito modelado e obtém uma imagem mental advinda da percepção tátil.” (KALEFF; ROSA, 2016, p. 32)

As autoras destacam ainda que ao utilizar um material manipulativo, um participante “com visão normal, frente ao modelo material manipulativo (concreto) efetivamente enxerga o conceito modelado (com os olhos) e tem uma imagem mental advinda da percepção visual” (KALEFF; ROSA, 2016, p. 32). Assim, pode-se afirmar que as Placas Algébricas possuem uso simples e intuitivo, princípios do Desenho Universal para Aprendizagem, proporcionando de forma fácil a compreensão de conceitos matemáticos.

Em outro momento, foi possível observar os participantes realizando operações fundamentais de polinômios utilizando as Placas Algébricas, conforme o diálogo:

P6: Que quando juntamos placas da mesma forma e cores diferentes resultam zero, pois $-$ com $+$ é zero.

P8: A negativa diminui a positiva.

PDV: Isso acontece com todas as placas com texturas diferentes.

Essas falas obtidas no trabalho em equipe demonstram que Placas Algébricas auxiliam na abstração matemática, ou seja, ajudam a fundamentar e facilitar um caminho ao raciocínio abstrato lógico-dedutivo (KALEFF, 2016).

As Placas Algébricas contribuíram ao reconhecimento e apresentação da informação a ser assimilada, não apresentando conceituações matemáticas errôneas por parte dos estudantes. Nas falas a seguir os participantes demonstram que os recursos didáticos facilitam a compreensão, como P1 que afirma “facilita em diferenciar quando é x e x^2 ”, P8 diz “ajudou a fazer a representação dos quadrados, retângulos e unidade” e o PDV declara que “ficou mais fácil para fazer a representação das expressões, eu sei quando é x^2 e quando é $-x^2$, quando é $(+1)$ ou quando é (-1) pela textura e formato das peças”.

Os relatos dos participantes confirmam que as Placas Algébricas “são estratégias pedagógicas que apoiam a apresentação, representação e o reconhecimento da informação a ser aprendida” (CAST, 2018), satisfazendo o Princípio I do DUA, o qual aponta os caminhos para que os participantes acessem os seus conhecimentos prévios, ideias e conceitos, que é evidenciado nas falas dos participantes P1, P8, P9 e PDV.

As Placas Algébricas contribuíram para a representação por meio do desenho como instrumento facilitador da comunicação (Princípio I do Desenho Universal para Aprendizagem), pois como afirma P9 “eu gostei de desenhar os valores com as placas, pois achei que facilitou”. Por meio desta estratégia (representação gráfica) há função executiva, a expressão e comunicação (Princípio II do Desenho Universal para Aprendizagem).

Sobre representações proporcionadas pelas Placas Algébricas, o PDV afirma que “ficou mais fácil para fazer a representação das expressões”, isso destaca o papel de ferramenta facilitadora na construção do conhecimento e, também, como facilitadora na aprendizagem. A execução de representação proporcionada pelas Placas Algébricas ao PDV é destacada pela textura e formato das peças.

A Figura 4 apresenta o registro realizado pela PQ em relação à resolução do PDV. Cabe ressaltar que foi apresentada a atividade ao PDV utilizando as Placas Algébricas e não os desenhos impressos no material escrito.

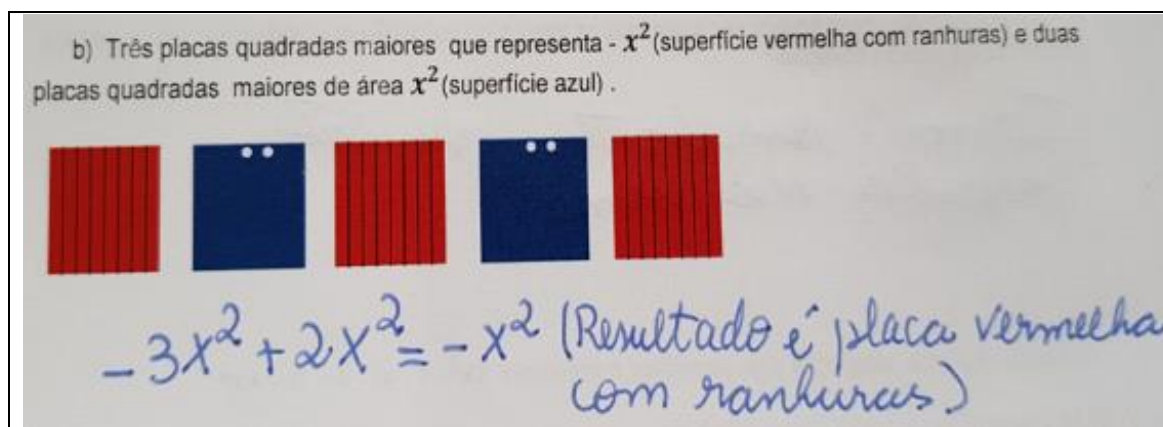


Figura 4 – Representação do polinômio

Fonte: Os autores, 2020.

A Figura 04 apresenta atividade constando enunciado com cinco placas, sendo três com face vermelha e duas com face azul. Ainda, consta a resolução indicado pelo PDV.

A seguir tem-se a transcrição da fala do PDV que originou o registro da PQ apresentado na Figura 4.

PDV: temos três placas com ranhuras que dá menos $3x^2$, mais duas placas lisas que dá dois x^2 , então o resultado é uma placa vermelha com ranhuras que seria menos x^2 , qualquer jeito que coloque vai dar o mesmo resultado, assim /oh/: duas quadradas lisa grande, três quadradas grande com ranhuras dá o mesmo resultado: placa vermelha com ranhuras.

A fala do PDV demonstra diferentes modos de ação e expressão, aspectos presentes no Princípio II do Desenho Universal para Aprendizagem. O uso de estratégias do PDV, a fim de efetuar operações com polinômios (adição e subtração), interagindo com o material sem barreiras e acessando os conhecimentos prévios da propriedade associativa em relação às operações de adição e subtração e, ainda, transformando a informação em conhecimento, demonstram as Placas Algébricas como ação executiva. Neste contexto, as Placas Algébricas contribuíram também com o engajamento do PDV, evidenciando o Princípio III do DUA e a sua inclusão no processo de ensino e aprendizagem, pois propiciou oportunidades para que todos os participantes interagissem em diferentes contextos favorecendo a construção do conhecimento.

No início da pesquisa, por meio do questionário inicial, foi constatado que a utilização do material tátil ocorria somente pelo PDV. Já no momento da aplicação da pesquisa, todos os participantes fizeram uso das Placas Algébricas, favorecendo o Princípio III do DUA, tendo a participação e o engajamento de todos na atividade, principalmente na forma que executaram as mesmas.

Em certo momento no decorrer dos encontros a PQ solicita ao PDV para formar um retângulo com quatro peças quadradas e determinar o perímetro dessa nova figura geométrica, com o comprimento da peça igual a “x”.

PQ: como você sabe que o comprimento e a largura da peça valem x?
PDV: pela forma quadrada, mas deveria ter o relevo Braille em todos os lados, porque quando junta para fazer outras formas como a do retângulo para mim é complicado identificar.

PDV: consigo determinar o comprimento, porém na parte inferior da peça não consigo identificar o relevo.

PQ: como você reconhece uma forma retangular?

PDV: à parte de baixo é igual à parte de cima, então temos duas medidas iguais até aqui, da $8x$, mas a largura x , como são duas, da mais

2x. Somei como fosse o contorno de um terreno, logo dá 10 x, que é um monômio.

PDV: Professora acabei de fazer uma adição, mas como chama essa operação com letras?

PQ: efetuou uma adição de monômio.

PDV: Eba! Já entendi que uma adição de monômios diferentes da um binômio, trinômio ou um polinômio!! Agora vou poder fazer atividades de Física e Química. Agora posso ser Engenheiro!

A Figura 5 mostra a representação realizada pelo PDV. Nela constam quatro placas com face azul alinhadas, realizando assim a operação adição.

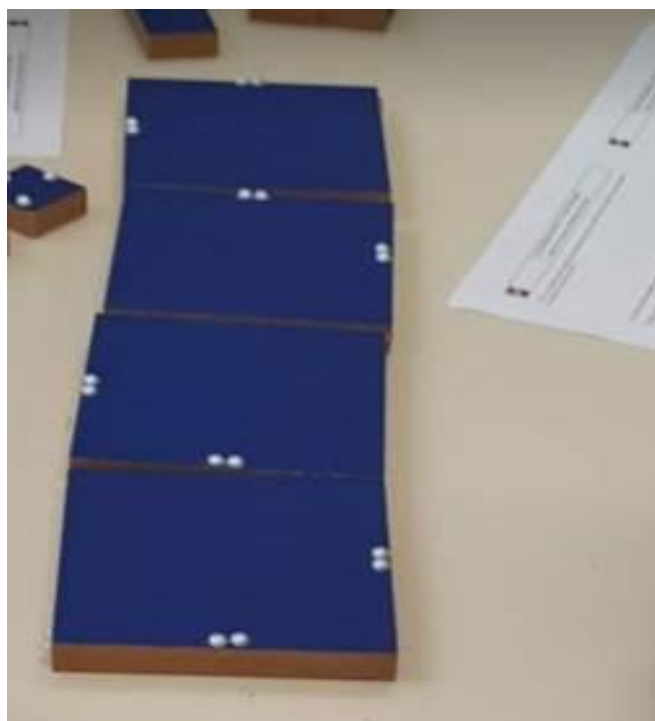


Figura 5 – Adição de monômios

Fonte: Os autores, 2020.

Pelo diálogo é possível constatar o desenvolvimento da atividade, as descobertas e os resultados em que os três princípios do Desenho Universal para Aprendizagem estão envolvidos, na forma de ler, decodificar e representar as informações:

- O Princípio I do Desenho Universal para Aprendizagem surge ao manipular as Placas Algébricas e foram perceptíveis pelo seu encantamento na execução da atividade, as suas ações e expressões.
- O Princípio II do DUA foi refletido por meio: de gestos ao vibrar com as mãos ou apertando-as; da linguagem oral do PDV “Eba! [...] agora posso ser Engenheiro!”; tátil verificando quando o PDV afirma que “estas placas me ajudam muito a imaginar as formas geométricas e a entender a diferença entre as letras, assim consigo efetuar as operações”.
- O Princípio III, que corrobora com as afirmações de Vygotsky (1997), enfatiza como particularidade do “cego” a atenção que “consiste na força peculiar da concentração das excitações do ouvido e do tato, que chegam sucessivamente ao campo do conhecimento” (VYGOTSKY, 1997, p. 70).

Estes fatos comprovam que a utilização das Placas Algébricas favorece a construção de conceitos matemáticos mediante as imagens mentais por intervenção do tato pelo PDV, o que despertou diferentes habilidades intrínsecas do participante, em conformidade com os três princípios do DUA. Ainda, a utilização de materiais manipuláveis corrobora com a proposição de Kaleff (2016) de que esses recursos educacionais “[...] são parte importante do processo de aprendizagem para o entendimento do significado de um novo conceito ou novas relações, mas tais descobertas não se constituem em todo o processo mental envolvido.” (KALEFF, 2016, p. 58).

Em diversos momentos das atividades ocorreu a interação entre os participantes, possibilitando a troca de experiências e a socialização de conhecimentos, demonstrando de fato que a aprendizagem só acontece quando o indivíduo, participante de um grupo social, convive com outras pessoas provocando trocas de informações.

Neste contexto, podemos analisar a questão “Relate como você gostaria que fossem utilizados os materiais manipuláveis táteis – Placas Algébricas para aprender Matemática na escola?” - Questionário final -, temos como respostas dos participantes:

P3: do mesmo modo que aprendemos nas aulas, usando o material para fazer o exercício e conversando com o amigo sobre o resultado.

P5: gostaria de usar mais vezes, pois entendo mais como fazem os agrupamentos para achar a expressão algébrica final.

P6: com os materiais, é muito melhor para aprender Matemática.

P8: em aulas que aprendam álgebra.

PDV: quando for operações deste tipo, fazer a sequência de atividades junto com o material.

Essas respostas evidenciam o que Vygotsky (1997) afirma em seus estudos sobre a necessidade de interação com os objetos de aprendizagem num ambiente social real, no qual os parceiros mais experientes orientam os parceiros menos experientes. A troca de ideias e a contribuição entre os participantes são fundamentais para o avanço individual e coletivo deles na construção do conhecimento.

De acordo com PR, dos 11 participantes, havia três no início da pesquisa que eram apáticos e pouco interagem na aula, mas durante a aplicação das atividades esses participantes (P1, P6 e P10) prontificaram-se a realizá-las. Isto comprova que as estratégias de ensino promovem o envolvimento e a atenção dos participantes por meio de formas alternativas de aprendizagem, também comprova o Princípio III do Desenho Universal para Aprendizagem, favorecendo diversas formas de engajamento que abarcam a autorregulação, interação, socialização e o interesse.

A abstração de conceitos e propriedades relativas ao estudo de polinômios ficam evidentes no momento em que a PQ modela as representações para produtos de acordo com as regras de sinais da multiplicação utilizando as Placas Algébricas. O ápice dessa atividade foi quando o PDV abstraiu o conceito de “negativo”, associado à face com ranhuras das Placas Algébricas, no momento que foi apresentada a turma a modelagem da operação (+1) placa lisa com a face (-1), o que se confirma no diálogo e o gestual realizado.

PQ: vamos modelar a situação (+1) vezes (-1), placa quadrada menor azul com placa quadrada menor azul, o resultado é?

O PDV respondeu vibrando com as mãos: é azul! Um positivo!

PQ: peguem a placa quadrada menor azul correspondente a unidade (+1) e a placa quadrada menor vermelha/com ranhuras correspondentes a menos um (-1). Qual será o valor da multiplicação de (+1), placa azul, com menos 1 (-1), placa vermelha/com ranhuras?

O PDV separou as placas antes dos demais participantes e quando tocou a placa quadrada menor e associou a unidade (-1), ficou entusiasmado e rapidamente respondeu segurando em suas mãos a placa quadrada menor com ranhuras

PDV: é negativo!!!, falou em voz alta: Professora esse material está me ajudando a aprender!

Com isso, o modo como executamos a representação – Princípio I do Desenho Universal para Aprendizagem –, contribui para auxiliar o professor na inclusão do PDV por meio do recurso didático na perspectiva do DU para a área visual.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa procurou apresentar e discutir o uso de um recurso didático na concepção do Desenho Universal para Aprendizagem, aplicando-o em uma turma com estudante cego, nas aulas de matemática.

Pode-se afirmar que o recurso didático, denominado de Placas Algébricas, favoreceu a representação de conceitos matemáticos e relações exploradas por meio dele, propiciando o uso e o manuseio do material de forma igualitária atendendo os princípios do Desenho Universal para Aprendizagem.

As Placas Algébricas demonstrou ser um recurso didático que pode ser utilizado ao ensino e ao aprendizado de Matemática, considerando a diversidade na sala de aula. No entanto, ressaltamos que há a necessidade do desenvolvimento de metodologias em que os estudantes possam utilizar materiais didáticos diversificados, desenvolvendo múltiplas linguagens (oral, escrita, desenhos).

As análises da pesquisa mostraram a percepção dos estudantes com relação ao uso das Placas Algébricas e suas contribuições para construção de conhecimentos algébricos, bem como a ressignificação e a fixação de conceitos básicos matemáticos. Além disso, os participantes mostraram maior interesse em realizar as atividades propostas e a sua preocupação para compreender e concluir as mesmas. Os estudantes que não se relacionavam com o estudante com deficiência visual, incluído em sala desde o início do ano letivo, buscaram interagir e ajudar na resolução das atividades.

Devido à perspectiva do material na concepção do Desenho Universal para Aprendizagem foi possível verificar que o uso das Placas Algébricas proporcionou momentos em que o estudante cego realizou as atividades com maior facilidade e entusiasmo, auxiliando os demais colegas do grupo. Demonstrando que o PDV foi incluso no grupo de estudantes da sala de aula, proporcionando a equidade no ambiente escolar.

Desta forma, esta pesquisa contribui com um recurso didático para o ensino de Matemática, proporcionando uma educação inclusiva efetiva e, ainda, indicando que o caminho para tal realização passa pela concepção dos recursos sob a perspectiva do Desenho Universal para Aprendizagem, pois os materiais nessa concepção proporcionam formas de mediação, que não só permitem ao estudante com necessidade especial, mas todos os participantes do processo de aprendizagem, chegarem à construção dos conhecimentos delineados para o ensino.

Referências

BOCK, Geisa Leticia Kempfer; GESSER, Marivete; NUERNBERG, Adriano Henrique. **Desenho Universal para a Aprendizagem: a Produção Científica no Período de 2011 a 2016**. Revista Brasileira de Educação Especial, Marília, v.24, n.1, p.143-160, Bauru/SP, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/s1413-65382418000100011>>. Acesso em: 21/08/2020.

BRASIL. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto nº 5296, de 2 de dezembro de 2004**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5296.htm>. Acesso em: 11/03/2020.

_____. Presidência da República. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. **Institui a lei brasileira de inclusão da pessoa com deficiência (estatuto da pessoa com deficiência)**. Brasília, 2015. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm>. Acesso em: 11/03/2020.

_____. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 - Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**. Brasília, 20 de dez. de 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/l9394.htm>. Acesso em: 11/03/2020.

CAST. **Universal Design for Learning Guidelines version 2.0**. Wakefield, MA, 2011. Disponível em: <<https://wvde.state.wv.us/osp/UDL/4.%20Guidelines%202.0.pdf>>. Acesso em: 11/03/2020.

_____. **Universal Design for Learning Guidelines version 2.2**. Wakefield, MA, 2018. Disponível em: <<http://udlguidelines.cast.org>>. Acesso em: 11/03/2020.

CAMARGO, Eder Pires. **Inclusão social, educação inclusiva e educação especial: enlaces e desenlaces**. Revista Ciência e Educação, Bauru, v. 23, n. 1, jan./mar. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1516-731320170010001>>. Acesso em: 21/08/2020.

DAMIANI, Magada Floriana et al. **Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica**. Cadernos de Educação, Pelotas, n. 45, p. 57-67, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/caduc/article/view/3822>>. Acesso em: 21/08/2020.

GABRILLI, Mara. **Guia sobre a Lei Brasileira de Inclusão**. (LBI). 2016. Disponível em: <<http://maragabrilli.com.br/wp-content/uploads/2016/03/Guia-sobre-a-LBI-digital.pdf>>. Acesso em: 11/03/2020.

KALEFF, Ana Maria Martesen Roland. Aprendizagem significativa criativa em ambiente de laboratório de ensino. In: KALEFF, Ana Maria Martesen Roland (Org). **Vendo com as mãos, olhos e mente: recursos didáticos para laboratório e museu de Educação Matemática Inclusiva do aluno com deficiência visual**. Niterói: CEAD/UFF, 2016.

Disponível em:

<https://drive.google.com/file/d/0B0M9GEU6FsoVRGRoQTZmWTRhTGM/view?usp=sharing_eid>. Acesso em: 11/03/2020.

KALEFF, Ana Maria Martesen Roland; ROSA Fernanda Malinosky Coelho. A importância da habilidade da visualização para a aprendizagem matemática e para a inclusão do aluno com deficiência visual. In: KALEFF, Ana Maria Martesen Roland (Org). **Vendo com as mãos, olhos e mente: recursos didáticos para laboratório e museu de Educação Matemática Inclusiva do aluno com deficiência visual**. Niterói: CEAD/UFF, 2016.

Disponível em:

<https://drive.google.com/file/d/0B0M9GEU6FsoVRGRoQTZmWTRhTGM/view?usp=sharing_eid>. Acesso em: 11/03/2020.

KOBREN, Rafaeli Campbellaro; CORREA, Wesley; MINETTO, Maria de Fátima. Um olhar para a criança com deficiência sob a perspectiva da complexidade. In: GUÉRIOS, Ettiène Cordeiro et al. (Orgs). **Complexidade e educação: diálogos epistemológicos transformadores**. Curitiba: CRV, 2017. p. 177 -192.

KRANZ, Claudia Rosana. **Matemática inclusiva: o desenho universal e os jogos com regras**. São Paulo: Diversa, 2017. Disponível em:

<<https://diversa.org.br/artigos/matematica-inclusiva-desenho-universal-jogos-com-regras>>. Acesso em: 11/03/2020.

LORENZATO, Sérgio. **Para aprender matemática**. Campinas: Autores Associados, 2006. 139 p.

MORAES, Marcos Evandro Lisboa. **A leitura tátil e os efeitos da desbrailização em aulas de matemática**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Pará, Belém (PA), 2016. Disponível em:

<<http://ppgecm.propesp.ufpa.br/index.php/br/teses-e-dissertacoes/dissertacoes/185-dissertacoes-2016>>. Acesso em: 21/08/2020.

ONU – Organização das Nações Unidas. Comité sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad. **Observación general núm. 7 - sobre la participación de las personas con discapacidad, incluidos los niños y las niñas con discapacidad, a través de las organizaciones que las representan, en la aplicación y el seguimiento de la Convención**, 2018. Disponível em

<https://tbinternet.ohchr.org/_layouts/15/treatybodyexternal/Download.aspx?symbolno=CRPD/C/GC/7&Lang=en>. Acesso em: 11/03/2020.

RICARDO, Débora Cristina; SAÇO, Lívia Fabiana; FERREIRA, Eliana Lúcia. **O desenho universal na educação: novos olhares diante da inclusão do ser deficiente**. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, v. 12, n. esp. 2, p. 1524-1538. Araraquara/SP, 2017. Disponível em:

<<https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/10083>>. Acesso em: 21/08/2020.

VYGOTSKY, Lev. **Fundamentos de Defectologia**. Obras Escogidas V. Madrid: Visor, 1997.

Revisores de línguas e ABNT/APA: *Mariangela Berbetz Jagher, Márcia Regina Silva Berbetz e Anderson Roges Teixeira Góes*

Submetido em 13/03/2020

Aprovado em 08/07/2020

Licença *Creative Commons* – Atribuição NãoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)