



DOI: <http://dx.doi.org/10.55602/rlic.v11i1.278>

ATIVIDADES VISUAIS NO ENSINO DE ÁLGEBRA NO ENSINO FUNDAMENTAL: um olhar neurocientífico para a aprendizagem de Matemática

VISUAL ACTIVITIES IN ALGEBRA TEACHING IN ELEMENTARY SCHOOL: a neuroscientific perspective on mathematics learning

Lenize Rodrigues da Conceição¹
Angela Terezinha de Souza Wyse²

Resumo: O estudo de álgebra na educação básica geralmente se baseia na memorização e na repetição, sem relação com outros conteúdos ou situações reais. Essa desconexão faz com que muitos estudantes enfrentem dificuldades nesta etapa da vida escolar. Estudos recentes na área de neurociências têm mostrado a importância da visualização no aprendizado de Matemática. Este trabalho tem como objetivo investigar a influência da utilização de recursos visuais no aprendizado de Matemática, com foco no estudo de álgebra no Ensino Fundamental. O trabalho foi realizado com estudantes de duas turmas do oitavo ano de uma escola pública estadual no município de São Leopoldo/RS. Uma das turmas estudou o conteúdo de álgebra sem utilizar recursos visuais, enquanto a outra turma utilizou recursos visuais para aprender o mesmo conteúdo. O recurso visual utilizado foi uma adaptação do ALGEPLAN, que possibilita a visualização dos conceitos algébricos ao relacioná-los com a Geometria. O estudo foi dividido em três etapas: pré-teste, aplicação dos planos de aula e pós-teste. Foi aplicado a este trabalho um estudo de caso com abordagem quantitativa, utilizando o teste de Mann-Whitney para a análise estatística. De acordo com os testes estatísticos realizados, verificamos que há uma tendência de melhoria nos resultados do grupo que utilizou recursos visuais. No entanto, estatisticamente não podemos afirmar que haja diferença entre os grupos estudados. É necessário realizar novas pesquisas, envolvendo um número maior de estudantes.

Palavras-chave: Ensino de Álgebra e de Geometria. Recurso didático visual. Ensino Fundamental.

Abstract: The study of algebra in basic education is often based on memorization and repetition, with little connection to other content or real-life situations. This disconnection leads many students to have difficulties in this stage of their school life. Recent studies in

¹ Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde pela UFRGS, desde 2023. Professora de Matemática no Colégio Sinodal, unidade São Leopoldo, desde 2017. E-mail: leh.nize.rodriques@gmail.com.

² Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível-1A. Professora Titular de Bioquímica, ICBS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Possui Mestrado e Doutorado pela UFRGS. E-mail: wyse@ufrgs.br.

the field of neuroscience have shown the importance of visualization for Mathematics learning. This work aims to investigate the influence of visual resources on Mathematics learning, with a focus on algebra in Elementary School. The study was conducted with students from two eighth-grade classes at a public school in São Leopoldo/RS, Brazil. One of the classes studied algebra without using visual resources, while the other class used visual resources to learn the same content. The visual resource used was an adaptation of ALGEPLAN, which enables the visualization of algebraic concepts by relating them to Geometry. The study was divided into three stages: pre-test, implementation of lesson plans, and post-test. A quantitative case study approach was applied, using the Mann-Whitney test for statistical analysis. According to the statistical tests performed, we observed an improvement trend in the visual group's results. However, statistically, we cannot affirm that there is a significant difference between the studied groups. Further research with a larger number of students is necessary.

Keywords: Algebra and Geometry Teaching. Visual didactic resource. Elementary School.

1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NO ESTUDO DE ÁLGEBRA

Os resultados dos alunos em provas de avaliação de conhecimentos matemáticos no Brasil demonstram um conhecimento insuficiente na área. Na última avaliação do PISA, em 2018, o Brasil ocupou a 70^a posição em Matemática, entre os 79 países ou regiões que participaram do exame (PISA..., 2019). Além disso, o Brasil e a Argentina ficaram estatisticamente empatados com os piores resultados em relação aos conhecimentos matemáticos quando comparados com os outros países da América do Sul analisados pelo PISA (Oliveira, 2019).

A Matemática é historicamente considerada como um componente curricular rígido, no qual procedimentos e fórmulas devem ser memorizados e repetidos. Vasconcellos (1992) chama isso de metodologia expositiva de ensino e afirma que, com ela, há grandes chances de o estudante não aprender, visto que há pouca interação significativa do sujeito com o objeto de conhecimento.

[...] Este baixo nível de interação entre educador-educando-objeto de conhecimento, ocorre tanto na **interação objetiva** (contato com objeto, manipulação, experimentação, forma de organização da coletividade de sala de aula, etc.), quanto na **interação subjetiva** (reflexão do sujeito, problematização, estabelecimento de relações mentais, análise, síntese, etc.). (Vasconcellos, 1992, p. 2. *Grifos do autor*)

O estudo de álgebra nos anos finais do Ensino Fundamental, especialmente nos sétimos e oitavos anos, representa um grande marco na aprendizagem de Matemática para os estudantes. Nesse momento, eles começam a familiarizar-se com o conceito de incógnitas e variáveis. A Matemática começa a se tornar mais abstrata, e, diferente do que viram até então, as letras começam a desempenhar um papel nos cálculos. Quando a álgebra é ensinada de forma mecânica, sem tornar esse conhecimento significativo para os estudantes, a aprendizagem se torna superficial e há maiores chances de esquecimento pouco tempo após as avaliações.

A aprendizagem significativa, de acordo com Ausubel (1973 *apud* Silva; Schirlo, 2014, p. 38), refere-se a:

[...] o processo pelo qual um novo conhecimento se relaciona de maneira não arbitrária e não literal à estrutura cognitiva do estudante, de modo que o conhecimento prévio do educando interage, de forma significativa, com o novo conhecimento que lhe é apresentado, provocando mudanças em sua estrutura cognitiva.

A álgebra no oitavo ano, com as expressões algébricas, produtos notáveis e fatoração, muitas vezes parece ser um conhecimento sem significado, sem relação com situações práticas. Alguns estudantes, que talvez já enfrentavam dificuldades nesse componente, agora perdem a esperança de entender a Matemática e se esforçam apenas para memorizar os procedimentos a serem realizados. Muitos alunos não veem a relação desse conhecimento com outros já estudados ou com situações reais. Kaput (1999, p. 2 *apud* Canavarro, 2009, p. 91) cita que “a Álgebra escolar tem tradicionalmente sido ensinada e aprendida como um conjunto de procedimentos desligados quer dos outros conteúdos matemáticos, quer do mundo real dos alunos”. Gil (2008 *apud* Pereira, 2017) também afirma que “o trabalho realizado nas escolas ocorre de modo fragmentado, sem conexões com outros conteúdos e contextos já apreendidos pelos alunos”. O mesmo autor ainda enfatiza que os livros didáticos apresentam atividades mecânicas, sem problematizações e sem relação com a vida real.

Sessa (2009 *apud* Pereira, 2017) defende que as dificuldades em álgebra se dão pela forma como ela é iniciada nas salas de aulas, de forma mecânica e sem significados. Pereira (2017) também afirma que, geralmente, o início do estudo da álgebra acontece de maneira descontextualizada, o que impede os

estudantes de estabelecerem conexões com outros conceitos da Matemática e de perceberem sua aplicabilidade. Isso pode comprometer a aprendizagem dos conhecimentos seguintes de Matemática e gerar um desgosto por essa disciplina. A autora defende que o ensino de álgebra deve se dar de maneira rica em significados. “É necessário que o aluno compreenda que a álgebra não consiste em apenas calcular com letras, é necessário que perceba a amplitude presente nos problemas algébricos” (Pereira, 2017, p. 10).

Ponte, Branco e Matos (2009 *apud* Pereira, 2017) destacam que “muitas das dificuldades dos alunos na resolução de equações surgem dos erros cometidos no trabalho com expressões algébricas, devido não existir compreensão do significado destas expressões ou das condições de equivalência presentes”. Pereira (2017) enfatiza a importância de as atividades realizadas em sala de aula serem mais agradáveis e significativas para os estudantes, de forma que eles se apropriem dos conhecimentos, sendo capazes de compreender todo o processo.

1.1 Recursos visuais

Nas últimas décadas, estudos têm evidenciado que o ensino baseado na memorização e na repetição não contribui para o real aprendizado da Matemática. Isso ocorre porque os alunos memorizam regras que não compreendem, não estabelecem relações com situações reais ou com os conteúdos estudados anteriormente, e não possibilita que todos os alunos tenham as mesmas oportunidades de aprender Matemática. Dessa forma, mantém-se a ideia equivocada de que apenas algumas pessoas nasceram com habilidades para a Matemática e outras não. Os estudos da autora britânica Jo Boaler demonstram

que qualquer estudante pode alcançar altos níveis em Matemática a partir da utilização dos recursos adequados, sendo um desses recursos recomendados pela autora a utilização de atividades visuais, por meio das quais os alunos conseguem visualizar conceitos abstratos de Matemática (Boaler, 2018, p. 4).

A importância da visualização para o aprendizado da Matemática é uma das recentes descobertas da neurociência educacional. Boaler descreve que até mesmo simples cálculos aritméticos envolvem diversas áreas cerebrais, tais como: a rede pré-frontal (na memória de trabalho e no controle executivo), o córtex pré-frontal ventrolateral e a ínsula anterior (no controle de atenção e detecção de saliência), o lobo temporal medial / hipocampo e o lobo temporal anterior (no sistema de memória episódica e semântica) (Boaler; Munson; Williams, 2020, p. 9). Além dessas áreas cerebrais mencionadas, também envolve áreas visuais, como o sulco intraparietal/lóbulo parietal superior (no processamento de informações sobre quantidades em formatos visuoespaciais) e o córtex occipital ventral temporal (no processamento de informações sobre números como símbolos visuais). A autora destaca que “é muito importante que os estudantes se engajem no pensamento visual sobre Matemática, pois isso dá acesso à compreensão e ao uso de diferentes rotas cerebrais” (Boaler, 2018, p. 159).

De acordo com Arcavi (2003), para os estudantes de Matemática, a visualização pode ser um complemento importante para os seguintes aspectos:

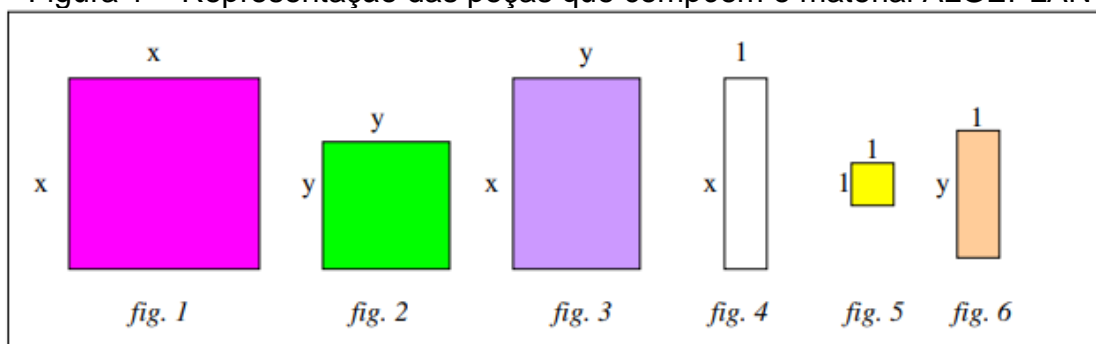
- (a) O suporte e a ilustração dos resultados são essencialmente simbólicos (e possivelmente fornecem dados ao lado), (b) uma possível maneira de resolver conflitos entre soluções simbólicas (corretas) e intuições (incorretas), e (c) como uma forma de nos ajudar a engajar e a recuperar

fundamentos conceituais que podem ser facilmente ignorados por soluções formais (Arcavi, 2003, p. 30, tradução nossa).

Arcavi (2003) menciona que a visualização não está mais relacionada apenas aos aspectos meramente ilustrativos, mas está sendo reconhecida como um componente-chave do raciocínio, da resolução de problemas e das demonstrações. Segundo o mesmo autor, é necessário valorizar a visualização e colocá-la como uma questão central na educação matemática, nas práticas curriculares e nas abordagens de sala de aula. O autor afirma que a visualização por si só não resolverá todos os problemas da educação matemática, mas “entendê-la melhor certamente deve enriquecer nossa compreensão dos aspectos da compreensão da Matemática pelas pessoas e, assim, servir ao avanço de nosso campo” (Arcavi, 2003, p. 39, tradução nossa).

O ensino de álgebra seria mais significativo se os professores de Matemática relacionassem esse conhecimento com outros já existentes, como, por exemplo, os conhecimentos de Geometria, como comprimento, área e volume. Um recurso didático que vem sendo utilizado por alguns professores para o ensino de álgebra é o ALGEPLAN. Este material consiste em três quadrados de lados x , y e 1 (tendo, portanto, áreas x^2 , y^2 e 1 , respectivamente) e três retângulos, um de lados x e y , outro de lados x e 1 e o último de lados y e 1 (com áreas xy , x e y , respectivamente), todos com valores apenas positivos (Pasquetti, 2008), conforme pode ser visualizado na ilustração abaixo.

Figura 1 – Representação das peças que compõem o material ALGEPLAN

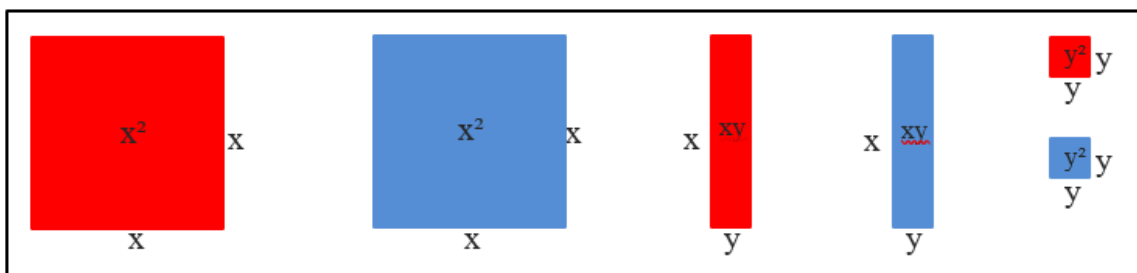


Fonte: Pasquetti (2008, p. 26).

Uma adaptação desse material, com a utilização de apenas quatro quadrados e dois retângulos (conforme indicado na Figura 2), é utilizada por alguns professores de Matemática. Cada uma dessas figuras apresenta uma cor para representar valores positivos, o azul, e outra com uma cor para representar valores negativos, o vermelho. Esse material possibilita o estudo da álgebra a partir das áreas de quadrados e retângulos, atribuindo um significado visual e geométrico a esse conteúdo. Embora se saiba que não existam áreas negativas, é importante considerá-las com esse material para tornar possível o estudo de situações em que os números negativos surjam.

calcular de maneira prática e visual produtos notáveis [por exemplo: $(2x + y)^2 = 4x^2 + 4xy + y^2$, veja na Ilustração 3], entre várias outras possibilidades. Segundo Ausubel (1973 apud Silva; Schirlo, 2014, p. 41), para o aprendizado de novos conceitos, os professores devem identificar um conceito que já esteja presente na estrutura cognitiva do estudante para, a partir dele, desenvolver o novo conhecimento. “Nesse caso, o professor pode ressaltar relações entre os conteúdos novos e os conteúdos velhos, oferecendo uma visão geral do material em um nível mais elevado de abstração” (Ausubel, 1973 apud Silva; Schirlo, 2014, p. 41).

Figura 2 – Adaptação do material ALGEPLAN



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

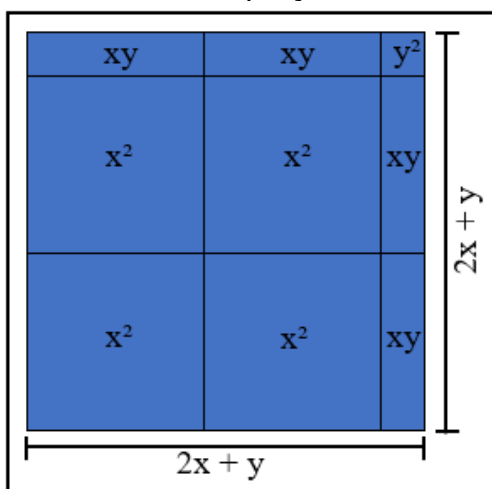
Utilizando o material ALGEPLAN, é possível visualizar, por meio de áreas de quadrados e retângulos, a soma de polinômios [como por exemplo, $(2x^2 + 3xy - 2) + (-x^2 - 2y + 4) = x^2 + 3xy - 2y + 2$],

Pode-se perceber que o lado desse quadrado mede $2x + y$ e que ele é formado por quatro quadrados de área x^2 , quatro retângulos de área xy e um quadrado de área y^2 . Isso demonstra visualmente que

$$(2x + y)^2 = 4x^2 + 4xy + y^2.$$

Estas descobertas da neurociência

Figura 3 – Exemplo de resolução um produto notável usando a adaptação do ALGEPLAN



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

aplicada à educação, enfocando a importância da visualização, ainda são recentes e não estão difundidas no ambiente escolar. Portanto, é necessário realizar pesquisas que validem ou não esses estudos da neurociência e, em seguida, divulgá-los para os educadores de Matemática.

Baseado no que foi exposto, o objetivo do presente trabalho foi investigar a influência da utilização de recursos visuais no aprendizado da Matemática, com foco no estudo de álgebra no oitavo ano do Ensino Fundamental. Nossa hipótese era de que a utilização de atividades visuais poderia proporcionar um aprendizado de álgebra mais significativo, relacionando esse estudo com conhecimentos prévios de Geometria. Vasconcellos (1992, p. 3) corrobora esta intenção ao dizer que “conhecer é estabelecer relações; quanto mais abrangentes e complexas forem as relações, melhor o sujeito estará conhecendo”.

2 METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de caso com abordagem quantitativa, que segundo Sampieri, Collado e Lucio (2013, p. 30) “o pesquisador *formula um problema de estudo delimitado e concreto*. Suas perguntas de pesquisa versam sobre questões específicas”. É um estudo de alcance exploratório, pois o tema de estudo foi pouco abordado em pesquisas anteriores (Sampieri; Collado; Lucio, 2013, p. 101). O desenho é experimental onde, de acordo com Creswell (2009 *apud* Sampieri; Collado; Lucio, 2013, p. 141) o “pesquisador cria uma situação para tentar explicar como ela afeta aqueles que participam dela em comparação com aqueles que não participam”. O levantamento de dados se deu através da utilização de pré-testes e pós-testes sobre o conteúdo de álgebra em estudo.

Este trabalho foi realizado em duas turmas de oitavo ano, que possuíam dois diferentes professores titulares de Matemática, em uma escola pública estadual no município de São Leopoldo/RS. O estudo foi dividido em três etapas: pré-teste, aplicação dos planos de aulas e pós-teste, conduzidos pelos professores titulares das turmas. Na primeira etapa, um pré-teste foi aplicado aos alunos das duas turmas para avaliar os conhecimentos prévios em relação ao conteúdo de álgebra. Na segunda etapa, uma turma realizou atividades que envolviam conceitos visuais de álgebra, relacionando-os com a Geometria, a partir da utilização da adaptação do material ALGEPLAN. Essa turma foi chamada de Grupo Visual. A outra turma realizou apenas atividades sem representações geométricas, sendo chamada de Grupo Tradicional. Esta etapa teve a duração de duas semanas, o que equivale a 10 períodos de aulas de Matemática. A terceira etapa consistiu na realização do

pós-teste, com o objetivo de avaliar os impactos da utilização de atividades visuais no estudo de álgebra. Ao final dessas etapas, os planos e materiais utilizados no Grupo Visual foram entregues ao professor do Grupo Tradicional para serem desenvolvidos também com sua turma.

A análise estatística utilizada foi o teste de **Mann-Whitney** (*Wilcoxon rank-sum test*). Para realizar a análise dos dados, foi utilizado o software R (R CORE TEAM, 2022), e o pacote ggplot2 foi utilizado para a geração dos gráficos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 32 estudantes participaram deste estudo, sendo 18 alunos da turma que recebeu as atividades sem a utilização de recursos visuais (chamada de Grupo Tradicional) e 14 alunos da turma que realizou atividades com a utilização de recursos visuais (chamada de Grupo Visual). A idade média dos alunos de ambas as turmas era de 14 anos, como pode ser observado na tabela 1.

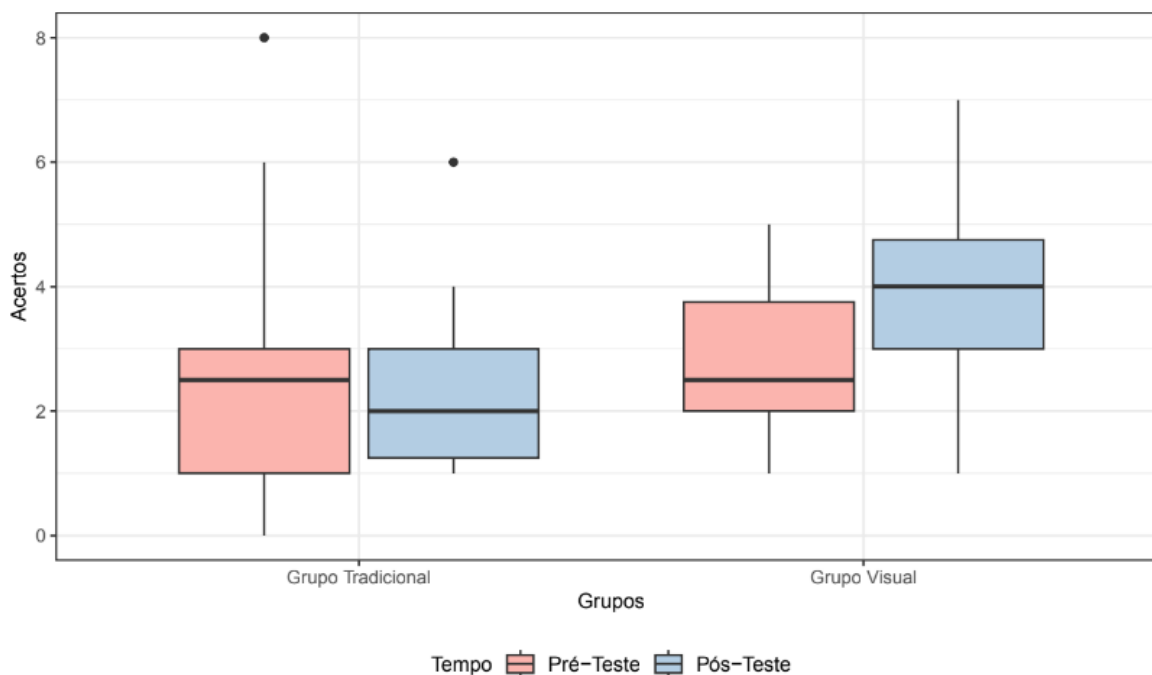
Foram aplicados pré-testes e pós-testes. Utilizando um gráfico boxplot por grupos (ilustração 4), no qual a cor rosa indica os acertos nos pré-testes e a cor azul os acertos nos pós-testes, podemos observar que, em geral, as duas turmas obtiveram poucos acertos no pré-teste: o Grupo Tradicional acertou, em média, 2,67 questões, enquanto o Grupo Visual obteve uma média de 2,71 acertos. Portanto, o Grupo Visual já obteve um resultado um pouco melhor do que o outro grupo antes das intervenções em sala de aula. Com relação ao pós-teste, podemos observar que o Grupo Tradicional diminuiu sua média, obtendo 2,5 acertos (uma redução de 6,37%), enquanto o Grupo Visual alcançou média de 3,71 questões corretas (o que representa um acréscimo de 36,9%). Deste modo, apesar da pequena variação, é possível observar que o Grupo Visual aumentou sua média de acertos, o que não ocorreu com o Grupo Tradicional.

Tabela 1 – Perfil dos estudantes que participaram da pesquisa

Grupo	Sexo		Idade
	Feminino (%)	Masculino (%)	Média de idade \pm Desvio Padrão
Tradicional (n = 18)	9 (50%)	9 (50%)	14,56 \pm 0,96
Visual (n = 14)	3 (21,4%)	11 (78,6%)	14,07 \pm 0,80
Total (n = 32)	12 (37,5%)	20 (62,5%)	14,31 \pm 0,88

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Figura 4 – Gráfico boxplot indicando os acertos nos pré e pós-testes por grupos



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Como a amostra não apresenta uma distribuição normal, foi realizado o teste de **Mann-Whitney** (*Wilcoxon rank-sum test*), que é um teste não paramétrico adequado para verificar se duas amostras independentes foram extraídas da mesma população. Utilizando o teste de Mann-Whitney, podemos observar que existe uma diferença significativa na mediana dos acertos dos pós-testes entre o Grupo Tradicional e o Grupo Visual ($p < 0,05$). Além disso, não há evidências para afirmar que os acertos nos pré-testes ($p > 0,05$) e as diferenças nos acertos ($p > 0,05$) sejam diferentes entre ambos os grupos.

Houve uma tendência de melhora nos acertos do Grupo Visual. Desse modo, podemos afirmar que relacionar conhecimentos prévios de Geometria com os conteúdos algébricos proporciona um aprendizado mais significativo, confirmando a nossa hipótese. Algumas variáveis poderiam ter contribuído para observarmos uma melhora de resultados mais significativa, tais como: uma

intervenção mais duradoura nas turmas, um número maior de estudantes envolvidos, um mesmo professor em ambas as turmas e não estar em um momento de retorno às aulas pós-pandemia.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A visualização de conceitos abstratos de Matemática, a partir da utilização de materiais concretos ou do conhecimento de Geometria, é algo que pode contribuir para o aprendizado dos estudantes, proporcionando a atribuição de significados ao que, até então, parecia desconexo da realidade ou puramente abstrato. Segundo Boaler (2018, p. 56) “[...] quando não pedimos aos alunos que pensem visualmente, perdemos uma incrível oportunidade de aumentar sua compreensão [...]”. Apesar de os resultados do presente trabalho não terem apresentado diferenças significativas entre os grupos tradicional e visual, o estudo a respeito de recursos didáticos

visuais pode contribuir para uma melhora significativa na educação Matemática, ao proporcionar que os professores percebam a importância da utilização de recursos visuais no ensino e na aprendizagem desse componente, em especial, no estudo da álgebra. Ao final da intervenção, o professor que desenvolveu as atividades do Grupo Visual relatou ter gostado de utilizar o material e pediu para ficar com as peças para aproveitá-las com turmas futuras.

Um fator que pode ter interferido no resultado final foi o fato deste estudo ter sido realizado em uma escola pública de um bairro periférico no ano de 2022. Ou seja, fazia apenas alguns meses que os alunos haviam retornado às aulas integralmente presenciais depois de dois anos da pandemia de Covid-19. Nessa escola, em 2020, os alunos receberam tarefas para fazer em casa a cada 15 dias durante o primeiro semestre e tiveram acesso a aulas síncronas pela plataforma digital uma vez por semana durante o segundo semestre. No entanto, de acordo com os professores dessa escola, a frequência dos alunos nessas aulas foi muito baixa. Em 2021, o sistema de aulas continuou online no primeiro semestre e passou a ser híbrido no segundo semestre. Portanto, os alunos do oitavo ano que participaram deste estudo ainda tinham lacunas significativas em relação aos conteúdos dos sexto e sétimo anos. Isso pode ter afetado o aprendizado da álgebra, já que os fundamentos, incluindo números inteiros, área e perímetro de figuras planas, não estavam bem consolidados. As lacunas de aprendizado devido à pandemia foram, inclusive, a razão pela qual outras duas escolas (uma pública e uma particular) se recusaram a participar desta pesquisa.

A utilização de recursos visuais para o aprendizado da Matemática deve ser tema de futuros estudos. Apesar de não podermos afirmar estatisticamente

que houve variações significativas entre os grupos pesquisados neste trabalho, é possível observar que no Grupo Visual houve uma melhora de 43,27% a mais do que no Grupo Tradicional nos resultados do pós-teste, em comparação com o pré-teste. Portanto, em novas pesquisas, após mais tempo desde o período da pandemia, com uma amostra maior de estudantes e uma intervenção em sala de aula mais prolongada, é possível que os testes estatísticos revelem variações significativas.

5 AGRADECIMENTOS

Ao PPG em Educação em Ciências e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela oportunidade.

REFERÊNCIAS

- ARCAVI, A. The role of visual representations in the learning of mathematics. **Educational Studies in Mathematics**, n. 52, p. 215-241, 2003. [Visualizar item](#)
- BOALER, J. **Mentalidades Matemáticas**: estimulando o potencial dos estudantes por meio da Matemática criativa, das mensagens inspiradoras e do ensino inovador. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BOALER, J.; MUNSON, J.; WILLIAMS, C. **Mentalidades Matemáticas na sala de aula**: ensino fundamental. Porto Alegre: Penso, 2020.
- CANAVARRO, A. P. O pensamento algébrico na aprendizagem da Matemática nos primeiros anos. **Quadrante**, Lisboa, v. 16, n. 2, p. 81-118, 2009. [Visualizar item](#)

OLIVEIRA, S. Pisa 2018 revela baixo desempenho escolar em Leitura, Matemática e Ciências no Brasil. **Portal do MEC**, Brasília, DF, 4 dez. 2019.

[Visualizar item](#)

Recebido em: 07/05/2023

Aceito em: 17/06/2023

PASQUETTI, C. **Proposta de aprendizagem de polinômios através de materiais concretos**. 2008. 48 f. Trabalho de Conclusão do Curso (Matemática) - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, 2008. [Visualizar item](#)

PEREIRA, C. A. Dificuldades do ensino da álgebra no ensino fundamental: algumas considerações. **Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia**, Medianeira, v. 8, n. 17, E-5047, 2017. [Visualizar item](#)

PISA: como o desempenho do Brasil no exame se compara ao de outros países da América Latina. **BBC News Brasil**, 3 dez. 2019. [Visualizar item](#)

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Áustria, 2022. [Visualizar item](#)

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. P. B. **Metodologia de pesquisa**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SILVA, S. C. R.; SCHIRLO, A. C. Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel: reflexões para o ensino de Física ante a nova realidade social. **Imagens da Educação**, [S.l.], v. 4, n. 1, p. 36-42, 2014. [Visualizar item](#)

VASCONCELLOS, C. S. Metodologia dialética em sala de aula. **Revista de Educação AEC**, Brasília, DF, v. 21, n. 83, p. 28-55, abr./jun. 1992. [Visualizar item](#)