

Visualização matemática com o uso do Manim na recomposição de aprendizagens: um relato de experiência no PIBID

Mathematical visualization using Manim in the reconstruction of learning: an experience report from PIBID

Visualización matemática mediante Manim en la reconstrucción del aprendizaje: un informe de experiencia de PIBID

Marcos Paulo Ribeiro Zark¹

Junior Cesar Alves Soares²

Maria Madalena da Silva Antunes³

Resumo: Este estudo apresenta um relato de experiência sobre o uso do *Mathematical Animation Engine* (Manim), baseado na linguagem Python, na recomposição de aprendizagens matemáticas no contexto do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). A experiência foi desenvolvida com estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental que apresentavam dificuldades na compreensão da subtração de números inteiros. As atividades envolveram a produção e utilização de animações para representar a operação como deslocamento na reta numérica, considerando obstáculos identificados em diagnóstico inicial. Durante a intervenção, buscou-se favorecer a articulação entre diferentes formas de representação, por meio de recursos visuais dinâmicos. Os resultados indicaram avanços na compreensão dos estudantes, evidenciados pela melhora no desempenho em atividades e pela utilização de estratégias representacionais mais elaboradas. Além disso, observou-se que a visualização contribuiu para a superação de concepções equivocadas relacionadas aos números inteiros. A experiência sugere que o uso de animações matemáticas pode atuar como recurso didático relevante na reconstrução conceitual de estudantes em processo de recomposição de aprendizagens, destacando o potencial das tecnologias digitais na Educação Básica.

Palavras-chave: Ensino de Matemática. Visualização Matemática. Manim. Recomposição de Aprendizagens. PIBID.

Abstract: This study presents an experience report on the use of the Mathematical Animation Engine (Manim), based on the Python language, in the reconstruction of mathematical learning within the context of the Institutional Scholarship Program for Teaching Initiation (PIBID). The experience was developed with students in the final years of elementary school who had difficulties understanding the subtraction of integers. The activities involved the production and use of animations to represent the operation as a displacement on the number line, considering obstacles identified in an initial diagnosis. During the intervention, the aim was to promote the articulation between different forms of representation through dynamic visual resources. The results indicated advances in student understanding, evidenced by improved performance in activities and the use of more elaborate representational strategies. In addition, it was observed that visualization

¹ Licenciado em Matemática pela Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). E-mail: marcos.zark@unemat.br

² Doutor em Matemática Aplicada pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Docente da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Barra do Bugres, MT, Brasil. E-mail: juniorcasoares@unemat.br.

³ Doutoranda em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM/UNEMAT). Docente da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Barra do Bugres, MT, Brasil. E-mail: madalena.antunes@unemat.br.



contributed to overcoming misconceptions related to integers. The experience suggests that the use of mathematical animations can act as a relevant didactic resource in the conceptual reconstruction of students in the process of learning reconstruction, highlighting the potential of digital technologies in Basic Education.

Keywords: Teaching Mathematics. Mathematical Visualization. Manim. Reconstruction of Learning. PIBID.

Resumen: Este estudio presenta un informe de experiencia sobre el uso del Motor de Animación Matemática (Manim), basado en el lenguaje Python, en la reconstrucción del aprendizaje matemático dentro del contexto del Programa de Becas Institucionales para la Iniciación Docente (PIBID). La experiencia se desarrolló con estudiantes de los últimos años de primaria que presentaban dificultades para comprender la resta de números enteros. Las actividades consistieron en la producción y el uso de animaciones para representar la operación como un desplazamiento en la recta numérica, considerando los obstáculos identificados en un diagnóstico inicial. Durante la intervención, el objetivo fue promover la articulación entre diferentes formas de representación mediante recursos visuales dinámicos. Los resultados indicaron avances en la comprensión de los estudiantes, evidenciados por un mejor desempeño en las actividades y el uso de estrategias de representación más elaboradas. Además, se observó que la visualización contribuyó a superar ideas erróneas relacionadas con los números enteros. La experiencia sugiere que el uso de animaciones matemáticas puede actuar como un recurso didáctico relevante en la reconstrucción conceptual de los estudiantes en el proceso de reconstrucción del aprendizaje, resaltando el potencial de las tecnologías digitales en la Educación Básica.

Palabras: Enseñanza de las matemáticas. Visualización matemática. Manim. Reconstrucción del aprendizaje. PIBID.

Introdução

Lidar com a abstração inerente à Matemática constitui um dos principais desafios didáticos na Educação Básica, especialmente em contextos marcados por defasagens acumuladas ao longo da trajetória escolar. Nesses cenários, as dificuldades de aprendizagem não se configuram como lacunas pontuais, mas como entraves estruturais à construção do conhecimento matemático, exigindo intervenções que ultrapassem a simples retomada de conteúdo. Nesse horizonte, este estudo adota a perspectiva da recomposição de aprendizagens, compreendida como um processo intencional de reconstrução de conhecimentos não consolidados, que implica reorganizações conceituais e não apenas repetição de procedimentos (Pereira, 2005; Demo, 2011).

Tal problemática dialoga diretamente com a noção de obstáculos epistemológicos proposta por Gaston Bachelard (1996), segundo a qual o avanço do conhecimento científico requer a superação de formas de pensamento previamente estabelecidas, que, embora coerentes no âmbito da experiência cotidiana, constituem barreiras à compreensão de conceitos mais elaborados.

No ensino de Matemática, esses obstáculos manifestam-se em concepções como a impossibilidade de subtrair um número maior de um menor, na compreensão restrita de frações como partes exclusivamente concretas ou na resistência em atribuir significado aos números negativos. Tais concepções não se caracterizam como erros ocasionais, mas como

estruturas de pensamento relativamente estáveis, cuja superação demanda intervenções didáticas que promovam rupturas e reorganizações no modo de raciocinar dos estudantes.

Nesse processo, a teoria dos registros de representação semiótica, desenvolvida por Raymond Duval (2009), oferece um referencial central ao evidenciar que a aprendizagem matemática depende da capacidade de mobilizar e articular diferentes formas de representação. A compreensão de um conceito não se esgota na manipulação simbólica, mas exige a coordenação entre registros gráficos, algébricos, numéricos e verbais.

Em contextos de recomposição de aprendizagens, essa coordenação torna-se ainda mais relevante, uma vez que a permanência em registros limitados tende a reforçar concepções equivocadas já consolidadas. Isso é justificado em Duval (2003; 2012), pois segundo o autor, a construção do pensamento matemático exige que o estudante consiga transitar entre diferentes formas de representação, como passar de um gráfico para uma equação. Essa capacidade de coordenação é fundamental em qualquer momento, mas torna-se urgente nos processos de recomposição de aprendizagens.

Quando o aluno fica restrito a apenas uma linguagem matemática, ele acaba decorando regras sem compreendê-las de fato, o que apenas fortalece as dificuldades conceituais que já traz consigo. Como explicam Duval (2012) e Skemp (1976), sem essa troca entre diferentes registros, o estudante desenvolve uma compreensão puramente instrumental. Ele passa a confundir o próprio conceito matemático com o símbolo que o representa. Assim, sem o uso de múltiplas representações, torna-se quase impossível ajudar o aluno a superar seus erros e ressignificar o que aprendeu.

Diante desse quadro, as tecnologias digitais emergem como potenciais mediadoras da aprendizagem, ao possibilitarem a visualização dinâmica de conceitos abstratos e a experimentação de relações matemáticas. A Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) reconhece o papel dessas tecnologias no desenvolvimento de competências relacionadas à interpretação, à resolução de problemas e à construção de representações. Em perspectiva convergente, Borba e Villarreal (2005) argumentam que o conhecimento matemático se constitui nas interações entre sujeitos e mídias, de modo que as tecnologias não atuam apenas como suportes, mas como elementos constitutivos da atividade cognitiva.

Nesse contexto, destaca-se o *Mathematical Animation Engine (Manim)*, uma biblioteca de código aberto, desenvolvida em linguagem *Python*, que permite a criação programável de animações matemáticas com alto nível de precisão. Por meio da construção de objetos geométricos, gráficos e transformações dinâmicas, o *Manim* possibilita a representação visual de conceitos abstratos, favorecendo a articulação entre diferentes registros de representação. Sua utilização, entretanto, ainda se mostra incipiente na Educação Básica, seja pelas exigências técnicas relacionadas à programação frequentemente mediadas por ambientes de desenvolvimento como o *Visual Studio Code*,

seja pela escassez de investigações que analisem seu potencial em contextos reais de ensino e aprendizagem, especialmente no que se refere à recomposição de aprendizagens e à superação de obstáculos epistemológicos.

Embora o uso do Manim já venha sendo explorado em contextos de formação docente e no Ensino Superior, conforme destacam Castillo e Sánchez (2025), sua aplicação na Educação Básica ainda carece de investigações que aprofundem seus possíveis efeitos cognitivos na aprendizagem matemática. Mais do que a simples ausência de estudos sobre a ferramenta, observa-se a necessidade de compreender de que modo a visualização programável pode contribuir para a mudança conceitual de alunos com defasagens na aprendizagem. Essa lacuna é reforçada pelos próprios autores ao afirmarem que “há uma clara lacuna na literatura especializada sobre o uso pedagógico dessas animações em sala de aula” (Castillo; Sánchez, 2025, p. 13).

Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo analisar o uso de animações produzidas no *Manim* como recurso didático na recomposição de aprendizagens matemáticas, a partir de um relato de experiência desenvolvido no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), com estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental. A intervenção concentrou-se na exploração da subtração de números inteiros como deslocamento na reta numérica, buscando compreender de que modo a visualização dinâmica pode contribuir para a superação de obstáculos epistemológicos e para a reorganização do pensamento matemático dos estudantes.

Fundamentação Teórica

A compreensão dos processos de ensino e aprendizagem em Matemática, especialmente em contextos marcados por defasagens acumuladas, requer a articulação de diferentes perspectivas teóricas. Nesta seção, apresentam-se os referenciais que embasam o estudo: a distinção entre reforço escolar e recomposição de aprendizagens, a noção de obstáculos epistemológicos, a teoria dos registros de representação semiótica e o papel das tecnologias digitais, com ênfase no *Manim* como ferramenta de visualização matemática. Esses aportes convergem para a análise do potencial das animações matemáticas na superação de dificuldades estruturais de aprendizagem.

Reforço escolar e recomposição de aprendizagens

A distinção entre reforço escolar e recomposição de aprendizagens é fundamental para compreender os desafios enfrentados no ensino de Matemática na Educação Básica. O reforço escolar caracteriza-se como um atendimento complementar ao ensino regular, voltado ao apoio individualizado dos estudantes por meio de atividades diferenciadas e intervenções específicas (Oliveira; Cruz, 2016; Narciso et al., 2021). Nesse contexto, o reforço se apresenta como espaço destinado à consolidação das aprendizagens,

especialmente em turmas numerosas nas quais o professor nem sempre consegue oferecer acompanhamento individualizado.

Já a recomposição de aprendizagens envolve um processo mais amplo, que não se limita à revisão de conteúdos, mas busca reconstruir conhecimentos que não foram devidamente consolidados ao longo da trajetória escolar. Pereira (2005), ao discutir as práticas de recuperação e reforço escolar, evidencia a importância da retomada de aprendizagens que não foram apropriadas pelos estudantes, embora não utilize a expressão "recomposição de aprendizagens". Nessa perspectiva, a recomposição, conforme compreendida neste estudo, amplia esse entendimento ao enfatizar não apenas a retomada dos conteúdos, mas também sua reconstrução em bases mais consistentes. Em consonância com essa perspectiva, Demo (2011) defende que aprender implica reconstruir conhecimentos de forma crítica e significativa, refazendo o que já foi aprendido sob novas bases conceituais.

Assim, a recomposição demanda não apenas a retomada de conteúdos, mas a reorganização conceitual e o enfrentamento de concepções equivocadas, especialmente em Matemática, cuja natureza cumulativa e hierárquica exige o domínio de habilidades fundamentais, como a compreensão da reta numérica e o sentido das operações. Tal perspectiva desloca o foco de intervenções meramente repetitivas para práticas que favoreçam a reconstrução de significados.

Obstáculos epistemológicos e dificuldades em Matemática

A necessidade de recompor aprendizagens articula-se diretamente com a noção de obstáculos epistemológicos proposta por Gaston Bachelard (1996). Para o autor, aprender implica romper com concepções prévias que, embora coerentes no âmbito da experiência cotidiana, constituem barreiras ao desenvolvimento do pensamento científico. Bachelard (1996, p. 18) adverte que o conhecimento científico não parte de uma mente ingênua: "diante do real, aquilo que cremos saber com clareza ofusca o que deveríamos saber. Quando o espírito se apresenta à cultura científica, nunca é jovem. Aliás, é bem velho, porque tem a idade de seus preconceitos."

No ensino de Matemática, tais obstáculos manifestam-se em crenças como a impossibilidade de subtrair um número maior de um menor, na compreensão restrita de frações como partes exclusivamente concretas, ou na dificuldade de reconhecer números negativos como elementos legítimos do sistema numérico. Essas concepções não se caracterizam como meros erros ocasionais, mas como estruturas de pensamento relativamente estáveis, que tendem a se consolidar ao longo da escolarização. Quando não enfrentadas, tornam-se origem de lacunas persistentes, levando os estudantes à execução mecânica de algoritmos sem compreensão conceitual.

Nesse contexto, a recomposição de aprendizagens implica a criação de condições didáticas que favoreçam a explicitação, o confronto e a superação dessas ideias, promovendo a reorganização do pensamento matemático. Tal processo não ocorre de

forma espontânea, exigindo intervenções pedagógicas intencionais que tornem visíveis relações e estruturas frequentemente invisibilizadas em abordagens tradicionais. A recomposição, nessa ótica, corresponde à construção de condições pedagógicas que favoreçam rupturas epistemológicas positivas, permitindo ao estudante reconhecer inconsistências em suas concepções iniciais e avançar para formas mais abstratas e formais de raciocínio matemático.

Registros de representação semiótica e visualização matemática

A compreensão dos conceitos matemáticos está diretamente relacionada à mobilização de diferentes formas de representação. Conforme destaca Raymond Duval (2009), a aprendizagem ocorre quando o estudante é capaz de articular e converter entre registros distintos, como o simbólico, o gráfico e o verbal. Para o autor, compreender um conceito não se limita a operar dentro de um único registro, mas envolve a capacidade de transitar entre registros distintos. Para Duval (2012), a apreensão de um objeto matemático exige a coordenação de múltiplos registros, de modo que o conceito não seja confundido com uma representação específica.

A permanência em apenas um tipo de representação constitui, por si só, uma causa frequente de não aprendizagem. Em contextos de recomposição de aprendizagens, essa articulação torna-se ainda mais relevante, uma vez que muitos estudantes apresentam dificuldades em atribuir significado às representações matemáticas, permanecendo restritos a procedimentos algorítmicos desprovidos de compreensão. Em particular, a dificuldade em mobilizar registros visuais, gráficos e geométricos afeta diretamente estudantes em processo de recomposição, que muitas vezes dependem de recursos perceptivos e dinâmicos para reconstruir sentidos matemáticos básicos.

Nesse sentido, a utilização de recursos visuais e dinâmicos pode contribuir para a construção de significados ao favorecer a conversão entre registros e a percepção de relações matemáticas. A literatura sobre aprendizagem multimodal reforça essa direção. Mayer (2021) destaca que a integração de elementos visuais e verbais favorece não apenas a retenção, mas a compreensão profunda de conceitos abstratos, reduzindo a carga cognitiva e permitindo que o estudante foque na estrutura conceitual do conteúdo. Contudo, tais recursos não garantem, por si só, a aprendizagem, sendo necessário que estejam articulados a práticas pedagógicas que promovam a reflexão e a construção ativa de significados.

Dessa forma, a mobilização de recursos que ampliem a visualização matemática, como gráficos dinâmicos, animações, simulações e modelos geométricos, constitui uma estratégia central para apoiar estudantes na superação de obstáculos epistemológicos e na reconstrução das bases conceituais da Matemática.

Tecnologias digitais e visualização matemática

As tecnologias digitais têm assumido papel relevante na educação matemática ao ampliarem as possibilidades de representação, experimentação e comunicação. Na perspectiva de Borba e Villarreal (2005), o conhecimento matemático é produzido nas interações entre sujeitos e tecnologias, o que reforça o papel das mídias digitais como elementos constitutivos do processo de aprendizagem, e não apenas como suportes instrumentais. A Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) também destaca a importância do uso significativo dessas tecnologias no desenvolvimento de competências relacionadas à interpretação, resolução de problemas e construção de representações. Entretanto, o potencial dessas ferramentas depende das condições de uso e das mediações pedagógicas estabelecidas, não sendo suficiente sua simples inserção no contexto escolar.

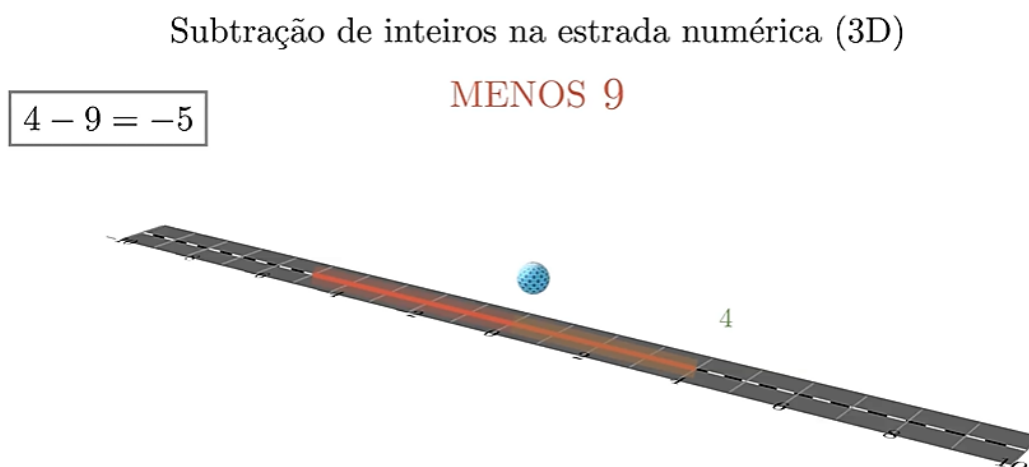
Em contextos de recomposição de aprendizagens, tais tecnologias tornam-se especialmente relevantes ao possibilitarem a visualização de relações matemáticas que, em abordagens tradicionais, permanecem abstratas. Dessa forma, sua utilização pode favorecer processos de reorganização conceitual, desde que articulada a objetivos pedagógicos claros.

O Manim como ferramenta de visualização matemática

Entre as ferramentas disponíveis para a visualização dinâmica, destaca-se o *Mathematical Animation Engine* (*Manim*), uma biblioteca de código aberto desenvolvida em linguagem Python que permite a criação programável de animações matemáticas com alto nível de precisão. Sua principal potencialidade reside na capacidade de representar conceitos matemáticos de forma dinâmica, favorecendo a articulação entre diferentes registros de representação.

A Figura 1 apresenta um exemplo de animação produzida com o *Manim*, denominada "Estrada Numérica 3D", na qual a operação $4 - 9$ é representada como deslocamento regressivo de 9 unidades a partir do ponto 4. Diferentemente da concepção espontânea de que "não dá para tirar 9 de 4", a animação torna visível a ultrapassagem do zero, conduzindo ao resultado -5 e evidenciando a relação entre o registro simbólico (a expressão algébrica) e o registro gráfico (o movimento visual).

Figura 1: Subtração de inteiros representada como deslocamento na reta numérica (Manim).



Fonte: Elaboração Própria (2025)

A utilização do *Manim* envolve, ainda que de forma implícita, elementos do pensamento computacional, entendido como a capacidade de estruturar soluções por meio de procedimentos lógicos e sequenciais (Wing, 2006). No entanto, sua implementação no contexto escolar enfrenta desafios, como a necessidade de conhecimentos básicos em programação e a limitada formação docente nessa área.

Desse modo, o *Manim* apresenta potencial significativo como recurso didático, especialmente em contextos que demandam a visualização de conceitos abstratos, mas seu uso não deve ser compreendido como solução técnica isolada, e sim como parte de uma abordagem pedagógica que valorize a construção de significados e a superação de dificuldades estruturais.

Embora os referenciais apresentados ofereçam bases consistentes para compreender os processos de aprendizagem matemática, ainda são limitadas as investigações que articulam tais perspectivas teóricas a práticas concretas mediadas por tecnologias digitais em contextos escolares reais, especialmente no que se refere à recomposição de aprendizagens. Nesse sentido, este estudo busca contribuir com a análise de como o *Manim*, ao integrar visualização dinâmica, articulação de registros e enfrentamento de obstáculos epistemológicos, pode atuar como mediador na reconstrução conceitual de estudantes em processo de recomposição de aprendizagens.

Metodologia

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa, de natureza exploratória (Creswell, 2010), desenvolvida a partir de um relato de experiência no contexto do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID). Conforme Mussi, Flores e Almeida (2021), o relato de experiência constitui uma modalidade de produção científica que se fundamenta na descrição reflexiva de vivências, exigindo a

explicitação de objetivos, campo teórico, período temporal, local de análise, caracterização das atividades e público-alvo, além do diálogo com a literatura para a discussão dos resultados.

Nesse sentido, a investigação teve como objetivo analisar o uso de animações produzidas no Mathematical Animation Engine (Manim) como recurso didático na recomposição de aprendizagens matemáticas, com foco na compreensão da subtração de números inteiros e na articulação entre diferentes formas de representação, especialmente a operação como deslocamento na reta numérica. A experiência foi realizada em uma escola pública no município de Barra do Bugres – MT, que inicialmente aplicou uma avaliação diagnóstica interna com todos os estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental para identificar aqueles que apresentavam lacunas de aprendizagem em conteúdos matemáticos basais, especialmente relacionados aos números inteiros. Com base nos resultados, foram organizadas turmas específicas para a recomposição de aprendizagens, que funcionaram no horário regular da disciplina de Matemática e foram compostas exclusivamente pelos estudantes identificados com dificuldades. Participaram da intervenção 33 estudantes dessas turmas de recomposição, sendo 14 do 6º ano e 19 do 7º ano.

A intervenção foi desenvolvida ao longo de cinco encontros, articulando diferentes fontes de evidência, registros escritos, respostas às atividades, observações em aula e falas dos estudantes, com duração aproximada de 50 minutos cada, conduzidos por bolsistas do PIBID sob supervisão do professor regente. Na etapa diagnóstica, foram propostas subtrações envolvendo números inteiros, apresentados no quadro 1.

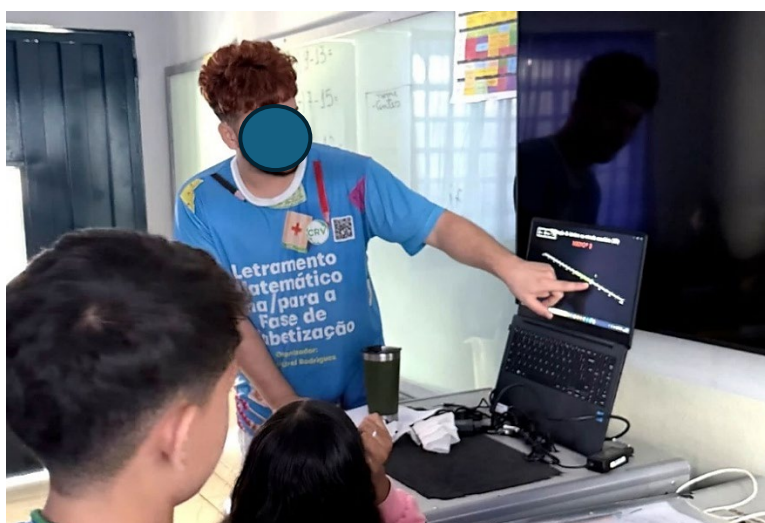
Quadro 1: Questões propostas na atividade diagnóstica.

Item	Questão	Item	Questão
a)	$9 - 13 =$	e)	$46 - 37 =$
b)	$7 - 15 =$	f)	$987 - 1468 =$
c)	$6 - 12 =$	g)	$1001 - 99 =$
d)	$23 - 17 =$		

Fonte: Autores (2025).

Na sequência, os bolsistas, com orientação do professor supervisor, planejaram e produziram animações no *Manim* que representam a subtração como deslocamento na reta numérica, explorando diferentes situações envolvendo números positivos e negativos; os códigos-fonte das animações foram disponibilizados em repositório público (Zark, 2025). A terceira etapa consistiu na implementação das aulas mediadas pelo uso dessas animações. A Figura 2 ilustra um desses momentos.

Figura 2: Apresentação da animação "Estrada Numérica 3D" aos estudantes.



Fonte: Autores (2025).

As animações foram apresentadas em momentos de exposição dialogada, seguidas de discussões coletivas e da resolução de atividades orientadas, com foco na articulação entre diferentes formas de representação simbólica, gráfica e verbal. A Figura 2 ilustra um desses momentos, no qual um dos bolsistas apresenta aos estudantes a animação “Estrada Numérica 3D”, utilizando a projeção para evidenciar o movimento de deslocamento na reta numérica.

Por fim, foram realizadas atividades de consolidação e avaliação das aprendizagens, com a aplicação de novas tarefas escritas e o registro de falas espontâneas dos estudantes durante as discussões. Os dados analisados incluíram registros escritos produzidos nas atividades diagnósticas e de consolidação, respostas às atividades orientadas, observações registradas em diário de campo pelos bolsistas e falas consideradas significativas para a compreensão dos processos de aprendizagem, transcritas a partir das discussões em sala.

A análise foi conduzida sob uma perspectiva interpretativa, orientada pela identificação de unidades de significado emergentes dos dados, posteriormente organizadas em categorias analíticas construídas à luz dos referenciais teóricos adotados, especialmente os conceitos de obstáculos epistemológicos (Bachelard, 1996) e de registros de representação (Duval, 2009). A partir da exploração do material, foram definidas três categorias principais:

1. **Obstáculo da retirada concreta:** expressões que indicam a compreensão da subtração exclusivamente como ação de retirar, inviabilizando resultados negativos.
2. **Transição para deslocamento na reta numérica:** evidências de que os estudantes passaram a interpretar a operação como movimento ordenado, inclusive com ultrapassagem do zero.

3. **Articulação entre registros de representação:** situações em que os estudantes mobilizaram e relacionaram os registros simbólico, gráfico (reta numérica com setas) e verbal para explicar o raciocínio.

A triangulação entre diferentes fontes de dados (escritos, falas, observações) foi empregada para conferir maior consistência e confiabilidade às interpretações produzidas.

A opção por essa abordagem metodológica justifica-se pela necessidade de compreender, em profundidade, os processos de aprendizagem em contexto real, considerando a complexidade das interações entre estudantes, conteúdos e recursos didáticos. Ressalta-se, contudo, que se trata de uma experiência situada, desenvolvida em contexto específico e com número limitado de participantes, o que não permite generalizações. Ainda assim, os resultados oferecem indicativos relevantes sobre o potencial da visualização matemática como recurso didático em processos de recomposição de aprendizagens.

Resultados e discussões

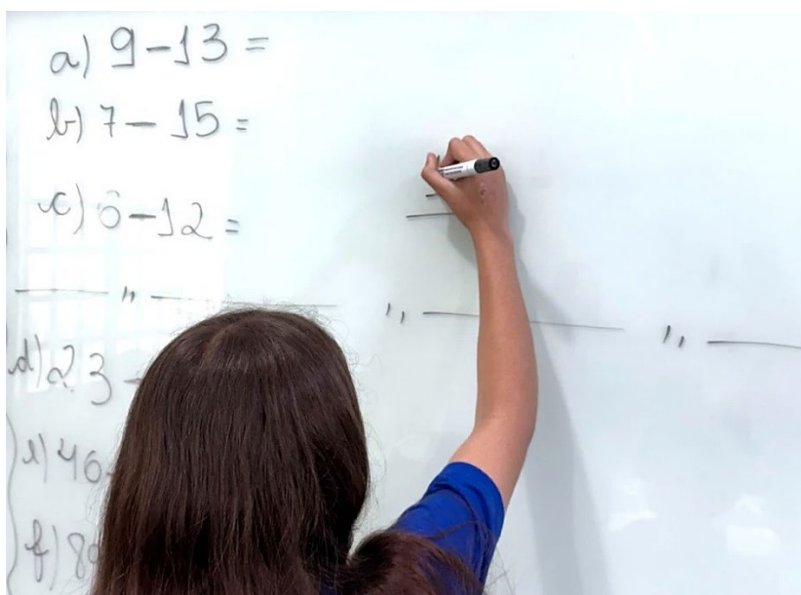
A análise dos dados foi conduzida a partir de uma perspectiva qualitativa interpretativa, conforme delineado na seção metodológica, com o referencial teórico adotado. Os resultados são apresentados em dois eixos analíticos: (i) identificação de obstáculos epistemológicos na compreensão da subtração de números inteiros; e (ii) indícios de reorganização conceitual mediada pela visualização matemática.

Obstáculos epistemológicos na compreensão dos números inteiros

As avaliações diagnósticas iniciais evidenciaram dificuldades recorrentes na compreensão da subtração de números inteiros, especialmente em situações que envolviam resultados negativos. A análise das respostas revelou que a maioria dos estudantes interpretava a subtração exclusivamente como uma ação de retirada concreta, o que inviabilizava a compreensão de expressões como $3 - 9$.

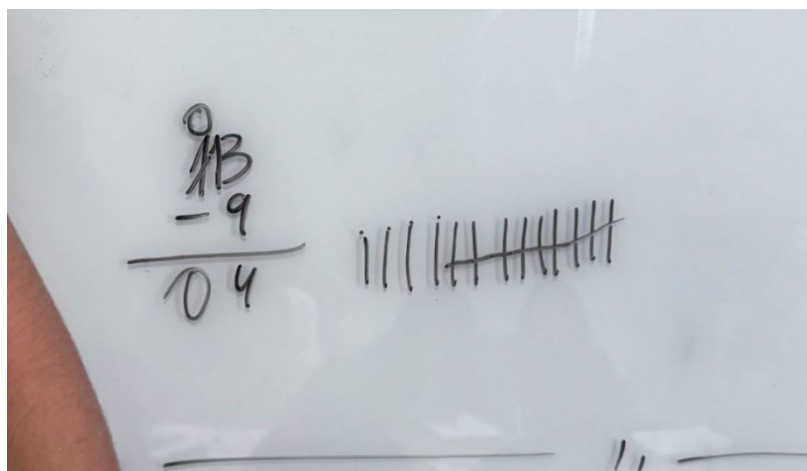
Esse obstáculo ficou evidente na resolução de uma das atividades propostas. A Figura 3 apresenta o enunciado da questão proposta, enquanto a Figura 4 mostra a resolução da estudante. Diante da expressão $9 - 13$, a aluna inverteu a ordem dos termos, calculando $13 - 9$ e obtendo 4 como resultado, sem considerar o sinal negativo. Tal procedimento revela a permanência da concepção de que a subtração só é possível quando o primeiro termo é maior que o segundo, caracterizando o que denominamos obstáculo da retirada concreta.

Figura 3: Enunciado da questão proposta na atividade diagnóstica.



Fonte: Autores (2025).

Figura 4: Resolução da estudante para a expressão $9 - 13$.



Fonte: Autores (2025).

Resultados como “não dá para tirar 9 de 3”, indicando a presença de concepções espontâneas consolidadas. Tais manifestações podem ser compreendidas à luz da noção de obstáculos epistemológicos, conforme proposta por Bachelard (1996), uma vez que derivam de formas de pensamento construídas na experiência cotidiana e que, embora funcionalmente adequadas em determinados contextos, tornam-se insuficientes para a compreensão do conhecimento matemático formal.

Esses resultados reforçam que as dificuldades observadas não se configuram como erros pontuais, mas como estruturas de pensamento relativamente estáveis, que demandam intervenções pedagógicas voltadas à sua problematização e superação. Nesse sentido, a recomposição de aprendizagens implica a criação de condições didáticas que possibilitem a ruptura com tais concepções, favorecendo a construção de novos significados.

Reorganização conceitual mediada pela visualização matemática

A intervenção didática, apoiada no uso de animações produzidas no *Manim*, buscou atuar diretamente sobre esses obstáculos, propondo uma abordagem baseada na visualização da subtração como deslocamento na reta numérica. A animação denominada “Estrada Numérica 3D” permitiu representar, de forma dinâmica e contínua, movimentos progressivos e regressivos, incluindo a ultrapassagem do zero, aspecto central para a compreensão dos números negativos.

Do ponto de vista quantitativo, observou-se um aumento significativo no desempenho dos estudantes nas atividades pós-intervenção. O quadro 2 sintetiza os resultados obtidos antes e depois da intervenção para cada turma.

Quadro 2: Desempenho dos estudantes nas atividades pré e pós-intervenção

TURMA	PRÉ-INTERVENÇÃO	PÓS-INTERVENÇÃO
6º ano (14 estudantes)	0 acertos	11 acertos
7º ano (19 estudantes)	4 acertos	17 acertos

Fonte: Elaboração própria (2026).

Embora tais resultados não permitam estabelecer relações de causalidade, dada a natureza da pesquisa, eles indicam mudanças relevantes no desempenho dos participantes. No 6º ano, 11 dos 14 estudantes passaram a resolver corretamente todas as questões propostas, enquanto no 7º ano, 17 dos 19 demonstraram compreensão adequada das operações.

No plano qualitativo, os dados revelam indícios consistentes de reorganização conceitual. As falas dos alunos, sintetizadas em expressões como a percepção de “agora eu vejo para onde o número vai” e de compreender a subtração como um movimento de “andar para trás”, indicam que a visualização favoreceu a construção de sentidos sobre o deslocamento numérico que sugerem uma transição de uma compreensão baseada em ações concretas para uma interpretação da subtração como deslocamento em uma estrutura ordenada.

Essa mudança também se manifesta nas produções escritas, nas quais alguns estudantes passaram a utilizar representações gráficas, como setas na reta numérica, para justificar suas respostas. Tais evidências indicam avanços na coordenação entre diferentes registros de representação, conforme discutido por Duval (2009), na medida em que os estudantes passaram a articular o registro simbólico da operação com representações gráficas e interpretações verbais.

Adicionalmente, a utilização de animações parece ter contribuído para a redução da carga cognitiva associada ao raciocínio com números inteiros, favorecendo a compreensão das relações envolvidas. Esse aspecto dialoga com os princípios da aprendizagem

multimodal (Mayer, 2021), segundo os quais a integração entre elementos visuais e verbais potencializa a construção de significados.

Os resultados também podem ser interpretados à luz da perspectiva de Borba e Villarreal (2005), que compreendem as tecnologias digitais como participantes da atividade cognitiva. Nesse contexto, o *Manim* não atuou apenas como recurso ilustrativo, mas como mediador na reorganização do pensamento matemático, ao possibilitar a exploração dinâmica de relações que, em abordagens tradicionais, permanecem abstratas.

Limitações e implicações

Apesar dos resultados promissores, é necessário reconhecer as limitações do estudo. A intervenção foi realizada com um número reduzido de participantes, em um contexto específico e por um período limitado, sem a utilização de grupos comparativos. Além disso, não se pode desconsiderar a influência do efeito novidade no engajamento dos estudantes.

Esses aspectos não invalidam os achados, mas indicam que devem ser interpretados como indícios situados, e não como evidências generalizáveis. Ainda assim, os resultados apontam para o potencial da visualização matemática como estratégia relevante em processos de recomposição de aprendizagens, especialmente no enfrentamento de obstáculos epistemológicos.

Considerações finais

O presente estudo teve como objetivo analisar o papel do *Mathematical Animation Engine* (*Manim*) na recomposição de aprendizagens matemáticas, a partir de uma experiência didática desenvolvida no âmbito do PIBID com estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental.

Os resultados indicam que o uso de animações matemáticas pode contribuir para a reorganização de significados associados aos números inteiros, particularmente no que se refere à interpretação da subtração como deslocamento na reta numérica. A visualização dinâmica favoreceu a articulação entre diferentes registros de representação, possibilitando que os estudantes avançassem de uma compreensão predominantemente operacional para uma leitura mais estruturada e relacional dos conceitos matemáticos.

Tais achados dialogam com as contribuições de Duval (2009), ao evidenciar a centralidade da coordenação entre registros de representação na aprendizagem matemática, e com a noção de obstáculos epistemológicos proposta por Bachelard (1996), ao indicar a superação de concepções espontâneas relacionadas à subtração de números inteiros. Nesse sentido, os resultados sugerem que a visualização matemática pode atuar como elemento mediador em processos de mudança conceitual, especialmente em contextos marcados por defasagens de aprendizagem.

A principal contribuição deste estudo consiste em evidenciar, em contexto escolar real, o potencial do *Manim* como ferramenta de visualização matemática na recomposição de aprendizagens, ampliando o debate sobre o uso de tecnologias digitais programáveis na Educação Básica. Além disso, ao disponibilizar o código-fonte das animações em repositório público, o estudo contribui para a reprodutibilidade e para a circulação de práticas pedagógicas baseadas em recursos digitais.

Não obstante, reconhecem-se limitações inerentes à investigação. A intervenção foi realizada com um número reduzido de participantes, em um intervalo de tempo limitado e sem a utilização de grupos comparativos, o que exige cautela na interpretação dos resultados. Ademais, a utilização do *Manim* envolve desafios técnicos relacionados à programação em Python, o que pode constituir um obstáculo à sua adoção no contexto escolar.

Apesar dessas limitações, os achados apontam para o potencial das tecnologias de visualização matemática como mediadoras relevantes na reconstrução conceitual de estudantes em processo de recomposição de aprendizagens. Nesse horizonte, sugere-se que futuras investigações ampliem o escopo empírico, contemplem diferentes conteúdos matemáticos e avancem na análise do impacto dessas ferramentas em processos de aprendizagem a médio e longo prazo, bem como em sua integração à formação inicial e continuada de professores.

Referências

- BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. 5. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BORBA, Marcelo de Carvalho; VILLARREAL, Monica E. **Humans-with-media and the reorganization of mathematical thinking**: information and communication technologies, modeling, visualization and experimentation. New York: Springer, 2005.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 22 ago. 2025.
- CASTILLO, Luis Andrés; SÁNCHEZ, Ivonne C. Projeto AM2: Animações Matemáticas com Manim. **PARADIGMA**, Maracay, v. XLVI, n. 1, e2025009, jan./jun. 2025. DOI: <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2025.e2025009.id1623>
- CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- DEMO, Pedro. **Educar pela pesquisa**. 8. ed. Campinas: Autores Associados, 2011.
- DUVAL, Raymond. **Semiosis e pensamento humano**: registros semióticos e aprendizagens intelectuais. Tradução de Lênio Fernandes Levy e Marisa Rosâni Abreu da Silveira. São Paulo: Livraria da Física, 2009.
- DUVAL, Raymond. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo do pensamento. **Revemat: Revista Eletrônica de Educação Matemática**, Florianópolis, v. 7, n. 2, p. 266-297, 2012. Disponível

em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/article/view/1981-1322.2012v7n2p266>.
Acesso em: 28 mar. 2026.

MAYER, Richard E. **Multimodal learning for the digital age**. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.

MUSSI, Ricardo Franklin de Freitas; FLORES, Fabiane Frota; ALMEIDA, Claudio Bispo de. Pressupostos para a elaboração de relato de experiência como conhecimento científico. **Práxis Educacional**, Vitória da Conquista, v. 17, n. 48, p. 60-77, 2021. DOI: <https://doi.org/10.22481/praxisedu.v17i48.9010>.

NARCISO, Ana Lúcia do Carmo; SÁ, Adrielle Lourenço de; FUMIÃ, Herman Fialho; OLIVEIRA, Luciane da Silva. O reforço escolar como um espaço para superação de dificuldades em matemática. **TANGRAM – Revista de Educação Matemática**, Dourados, v. 4, n. 4, p. 182-193, 2021. DOI: <https://doi.org/10.30612/tangram.v4i4.11077>. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/tangram/article/view/11077>. Acesso em: 28 mar. 2026.

OLIVEIRA, Jéssica Carvalho; CRUZ, Maria Aparecida Silva. Reforço escolar: um aliado para o ensino. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 12., 2016, São Paulo. **Anais do 12. Encontro Nacional de Educação Matemática**. São Paulo: SBEM, 2016. p. 1-12. Disponível em: https://www.sbembrasil.org.br/enem2016/anais/pdf/5575_3563_ID.pdf. Acesso em: 28 mar. 2026.

PEREIRA, Ana Maria. **Práticas de reforço e recuperação em escola fundamental estadual de ciclo II em São Paulo**. 2005. 216 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2005. Disponível em: <https://repositorio.pucsp.br/handle/handle/10498>. Acesso em: 28 mar. 2026.

SKEMP, Richard. R. Relational understanding and instrumental understanding. **Mathematics Teaching**, v. 77, p.20-26, 1976.

WING, Jeannette M. Computational thinking. **Communications of the ACM**, New York, v. 49, n. 3, p. 33-35, mar. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>. Acesso em: 28 mar. 2026.

ZARK, Marcos Paulo Ribeiro. **manim-subtracao-inteiros**: animação em Manim para visualização da subtração de números inteiros. GitHub, 2025. Disponível em: <https://github.com/Marcos-zark/manim-subtracao-inteiros>. Acesso em: 13 dez. 2026.

Recebido: 30.03.2026

Aprovado: 28.07.2026

Publicado: 08.09.2026