v.7, n.3, 2026

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

QUANDO A SUBTRAÇÃO ELEMENTAR NÃO RESULTA EM ZERO: TENSÕES EPISTEMOLÓGICAS ENTRE ARITMÉTICA ESCOLAR E O MICROSOFT EXCEL EM CONTRASTE COM OUTRAS PLANILHAS DIGITAIS

WHEN ELEMENTARY SUBTRACTION DOES NOT RESULT IN ZERO: EPISTEMOLOGICAL TENSIONS BETWEEN SCHOOL ARITHMETIC AND MICROSOFT EXCEL IN CONTRAST WITH OTHER DIGITAL SPREADSHEETS

CUANDO LA SUSTRACCIÓN ELEMENTAL NO RESULTA EN CERO: TENSIONES EPISTEMOLÓGICAS ENTRE LA ARITMÉTICA ESCOLAR Y MICROSOFT EXCEL EN CONTRASTE CON OTRAS HOJAS DE CÁLCULO DIGITALES

Rafael Alberto Gonçalves[1]

e737468
https://doi.org/10.47820/recima21.v7i3.7468

PUBLICADO: 03/2026

RESUMO

Ferramentas digitais de cálculo desempenham papel central na mediação do ensino de matemática, sendo amplamente utilizadas em contextos escolares e profissionais. Entretanto, a literatura ainda carece de análises específicas que examinem, em operações aritméticas elementares com uma única casa decimal, como divergências entre equivalência matemática formal e saídas numéricas exibidas por sistemas digitais podem afetar a construção conceitual inicial dos aprendizes. Este estudo analisa um caso envolvendo expressões matematicamente equivalentes de subtração decimal nas quais a inserção de parênteses conduz à exibição de valores residuais distintos de zero em uma planilha eletrônica amplamente difundida, o Microsoft Excel, enquanto outras ferramentas digitais apresentam valor exatamente nulo para as mesmas operações. A investigação concentra-se exclusivamente nas manifestações numéricas exibidas ao usuário final e em suas implicações educacionais e interpretativas, sem examinar os mecanismos internos de processamento computacional. Do ponto de vista formativo, tais divergências podem gerar tensões epistemológicas relacionadas à compreensão da igualdade, da equivalência algébrica e da neutralização numérica. Ao documentar comparativamente esses comportamentos e discutir seus desdobramentos em operações subsequentes, o estudo contribui para o debate sobre mediação tecnológica no ensino da matemática e para a necessidade de explicitação pedagógica das diferenças entre representações computacionais e princípios aritméticos formais.

PALAVRAS-CHAVE Educação matemática. Aritmética decimal. Subtração elementar. Planilhas eletrônicas. Conflito epistemológico. Saídas numéricas não intuitivas.

ABSTRACT

Digital calculation tools play a central role in mediating mathematics teaching and are widely used in both educational and professional contexts. However, the literature still lacks specific analyses examining how, in elementary arithmetic operations involving single-decimal-place numbers, divergences between formal mathematical equivalence and numerically displayed outputs may affect the initial conceptual construction of learners. This study analyzes a case involving mathematically equivalent decimal subtraction expressions in which the insertion of parentheses leads to the display of residual non-zero values in a widely used spreadsheet environment, Microsoft Excel, while other digital tools present an exact null value for the same operations. The investigation

[1] Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (FURB). Professor e Pesquisador com foco em inconsistências aritméticas no Microsoft Excel e no rigor da Educação Matemática Global.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

focuses exclusively on the numerical manifestations displayed to end users and their educational and interpretative implications, without examining internal computational processing mechanisms. From an instructional perspective, such divergences may generate epistemological tensions related to the understanding of equality, algebraic equivalence, and numerical neutralization. By comparatively documenting these behaviors and discussing their amplification in subsequent operations, the study contributes to the debate on technological mediation in mathematics education and to the need for pedagogical clarification of the differences between computational representations and formal arithmetic principles.

KEYWORDS: *Mathematics Education. Decimal Arithmetic. Elementary Subtraction. Spreadsheets. Epistemological Conflict. Non-Intuitive Numerical Outputs.*

RESUMEN
Las herramientas digitales de cálculo desempeñan un papel central en la mediación de la enseñanza de las matemáticas, siendo ampliamente utilizadas en contextos escolares y profesionales. Sin embargo, la literatura aún carece de análisis específicos que examinen, en operaciones aritméticas elementales con una sola cifra decimal, cómo las divergencias entre la equivalencia matemática formal y los resultados numéricos mostrados por sistemas digitales pueden afectar la construcción conceptual inicial de los aprendices. Este estudio analiza un caso que involucra expresiones matemáticamente equivalentes de sustracción decimal en las cuales la inserción de paréntesis conduce a la visualización de valores residuales distintos de cero en una hoja de cálculo ampliamente difundida, Microsoft Excel, mientras que otras herramientas digitales presentan un valor exactamente nulo para las mismas operaciones. La investigación se centra exclusivamente en las manifestaciones numéricas mostradas al usuario final y en sus implicaciones educativas e interpretativas, sin examinar los mecanismos internos de procesamiento computacional. Desde el punto de vista formativo, tales divergencias pueden generar tensiones epistemológicas relacionadas con la comprensión de la igualdad, la equivalencia algebraica y la neutralización numérica. Al documentar comparativamente estos comportamientos y discutir sus implicaciones en operaciones posteriores, el estudio contribuye al debate sobre la mediación tecnológica en la enseñanza de las matemáticas y a la necesidad de una explicitación pedagógica de las diferencias entre las representaciones computacionales y los principios aritméticos formales.

PALABRAS CLAVE*: Educación matemática. Aritmética decimal. Sustracción elemental. Hojas de cálculo. Conflicto epistemológico. Resultados numéricos no intuitivos.*

1. INTRODUÇÃO

As tecnologias digitais passaram a ocupar posição central nos processos contemporâneos de ensino e aprendizagem da matemática, influenciando não apenas a execução de cálculos, mas também a forma como conceitos numéricos são interpretados e validados pelos alunos. Calculadoras, planilhas eletrônicas e sistemas computacionais tornaram-se mediadores frequentes das práticas escolares, contribuindo para a construção de significados matemáticos e para a formação de expectativas relacionadas à precisão, à equivalência e à confiabilidade dos resultados numéricos (Hoyles; Lagrange, 2010; Drijvers, 2012).

No âmbito da aritmética elementar, a subtração decimal constitui um dos primeiros conteúdos estruturantes do raciocínio matemático formal. O ensino dessa operação enfatiza propriedades fundamentais, como a exatidão dos desfechos numéricos, a invariância sob

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

transformações sintáticas e a equivalência entre expressões matematicamente idênticas. Tais princípios desempenham papel essencial na consolidação da noção de igualdade como relação determinística e na transição para formas mais avançadas de pensamento algébrico (Nunes; Bryant, 1996; Sfard, 2008).

Entretanto, a crescente integração de ferramentas digitais às práticas educacionais introduz novas dimensões interpretativas. Em contextos escolares, os valores apresentados por sistemas computacionais são frequentemente percebidos pelos educandos como representações diretas da matemática formal, sem distinção explícita entre modelos computacionais e princípios aritméticos ensinados em sala de aula. Pesquisas na área de educação matemática indicam que divergências entre resultados exibidos por tecnologias e expectativas conceituais previamente estabelecidas podem gerar tensões epistemológicas significativas, influenciando a compreensão de propriedades fundamentais e a confiança no raciocínio matemático (Artigue, 2002; Tall, 2004).

Um exemplo particularmente elucidativo ocorre em expressões de subtração envolvendo números decimais com apenas uma casa decimal que, embora matematicamente equivalentes, podem apresentar quantificações exibidas distintas de zero após a inserção de parênteses em determinados ambientes digitais. Do ponto de vista educacional, situações dessa natureza tendem a desafiar a percepção de estabilidade das propriedades aritméticas, especialmente no que se refere à equivalência algébrica e à invariância das operações sob diferentes formas de representação sintática. Esse tipo de fenômeno tem sido descrito na literatura como conflito epistemológico, caracterizado pela coexistência de evidências tecnológicas que parecem contradizer conhecimentos matemáticos previamente internalizados pelos aprendizes (Trouche, 2004).

Esse tipo de discrepância adquire especial relevância quando o resultado de uma subtração elementar, que na aritmética escolar deveria conduzir exatamente ao zero, é utilizado em operações subsequentes. Ao ser empregado como divisor em cálculos encadeados, o valor exibido pode gerar um resultado numericamente extremamente elevado, em contraste com a interpretação matemática ensinada, na qual a divisão por zero é considerada indefinida. Esse tipo de amplificação quantitativa decorrente de valores residuais de pequena magnitude é amplamente documentado na literatura de análise numérica, sendo reconhecido como consequência típica da propagação de erros em aritmética computacional finita (Goldberg, 1991; Higham, 2002). No âmbito do ensino da matemática, essa situação pode comprometer a compreensão das propriedades fundamentais das operações aritméticas.

Em cenários aplicados, como análises financeiras ou interpretações quantitativas em áreas sensíveis, a interpretação desses resultados sem análise adequada pode levar a conclusões equivocadas e comprometer a construção conceitual do aprendizado matemático em contextos educacionais amplamente disseminados em escala global.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

É importante esclarecer que esta pesquisa não tem como finalidade analisar os procedimentos técnicos de cálculo adotados pelos sistemas computacionais, tampouco emitir qualquer juízo de natureza institucional, comercial ou avaliativa sobre ferramentas específicas. O foco da investigação recai exclusivamente sobre os valores efetivamente apresentados aos usuários e sobre suas repercussões no campo educacional e interpretativo, entendendo tais resultados como expressões visíveis de representações computacionais que coexistem, no contexto de aprendizagem, com os princípios da matemática formal.

Diante desse contexto, este trabalho tem como objetivo analisar como a apresentação de saídas aritméticas numericamente não intuitivas em operações elementares pode gerar tensões epistemológicas no ensino da matemática, afetando a compreensão de conceitos fundamentais como igualdade, equivalência e exatidão decimal. Apesar da ampla discussão sobre tecnologias digitais na educação matemática, ainda carece de exame sistemático a ocorrência de divergências numéricas em operações elementares com uma única casa decimal, especialmente quanto às implicações interpretativas decorrentes de variações sintáticas em ferramentas amplamente utilizadas no cotidiano escolar. Ao documentar empiricamente um caso específico e situá-lo no campo teórico da educação matemática, o estudo contribui para a reflexão crítica sobre o uso pedagógico de tecnologias digitais e sobre a necessidade de abordagens educacionais que tornem explícitas as diferenças entre representações computacionais e expectativas da aritmética escolar.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA

A análise das implicações educacionais decorrentes da apresentação de expressões aritméticas com comportamentos interpretativamente não intuitivos em operações elementares exige a articulação de diferentes campos teóricos. Nesse sentido, esta seção examina, inicialmente, o papel estruturante da aritmética decimal na formação do pensamento matemático, seguido pela discussão sobre a mediação das tecnologias digitais nos processos de aprendizagem. Em seguida, aborda-se o conceito de conflito epistemológico em ambientes educacionais mediados por tecnologia, culminando na análise das implicações interpretativas associadas ao uso de ferramentas computacionais no ensino da matemática. Essa abordagem integrada permite situar o fenômeno investigado no contexto mais amplo das relações entre conhecimento matemático formal, representações digitais e processos de construção conceitual.

2.1. Aritmética decimal e construção do pensamento matemático

A aritmética decimal constitui um dos pilares iniciais da formação do pensamento matemático formal, desempenhando papel central na transição entre procedimentos operatórios e a compreensão de estruturas abstratas. No ensino básico, operações envolvendo números decimais são apresentadas como sistemas regidos por regras estáveis, nas quais propriedades

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

como exatidão, equivalência e invariância desempenham função estruturante no desenvolvimento do raciocínio lógico (Nunes; Bryant, 1996).

Entre essas operações, a subtração ocupa posição particularmente relevante, pois introduz simultaneamente noções de diferença, cancelamento e neutralização numérica. A consolidação dessas ideias contribui diretamente para a compreensão da igualdade como relação determinística, essencial para a evolução do pensamento algébrico e para a construção de modelos matemáticos mais complexos (Sfard, 2008). Nesse contexto, expressões envolvendo números decimais com apenas uma casa são frequentemente utilizadas em ambientes educacionais por sua simplicidade conceitual, permitindo que o foco da aprendizagem se concentre nas propriedades das operações e não em dificuldades de cálculo.

Além disso, a estabilidade dos desempenhos numéricos em operações elementares é fundamental para a formação de expectativas cognitivas consistentes. A previsibilidade das respostas matemáticas desempenha papel decisivo na construção da confiança dos educandos em sistemas formais de representação, contribuindo para o desenvolvimento de esquemas mentais coerentes e duradouros (Tall, 2004). Quando essa previsibilidade é mantida, os aprendizes tendem a consolidar a percepção de que a matemática opera segundo princípios invariantes e universalmente válidos.

Todavia, em ambientes computacionais baseados em representação binária de números decimais, determinadas expressões podem produzir remanescências decorrentes das limitações inerentes à aritmética de precisão finita, fenômeno amplamente descrito na literatura especializada em análise numérica (Goldberg, 1991; Higham, 2002). A ausência de explicitação pedagógica dessa característica técnica pode comprometer a compreensão inicial da estabilidade esperada nas operações aritméticas elementares.

2.2. Tecnologias digitais como mediadoras do conhecimento matemático

O avanço das tecnologias digitais transformou profundamente as práticas de ensino, introduzindo novos modos de interação entre estudantes e conceitos matemáticos. Ferramentas computacionais passaram a desempenhar funções que ultrapassam a execução mecânica de cálculos, atuando como mediadoras cognitivas capazes de influenciar a construção de significados e a validação de resultados (Hoyles; Lagrange, 2010).

Nesse cenário, a presença constante de sistemas digitais no ambiente educacional tem alterado a forma como a autoridade matemática é percebida pelos alunos. Estudos indicam que os retornos numéricos exibidos por ferramentas tecnológicas são frequentemente interpretados como evidências diretas da matemática formal, independentemente da natureza dos processos que os originam (Drijvers, 2012). Essa transferência de autoridade epistêmica do raciocínio humano para

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

o dispositivo computacional pode modificar significativamente a dinâmica do aprendizado, especialmente em fases iniciais da formação matemática.

A literatura destaca ainda que a mediação tecnológica pode introduzir desafios interpretativos quando os valores apresentados diferem das expectativas construídas a partir do ensino tradicional. Nessas situações, os estudantes tendem a enfrentar conflitos cognitivos que exigem a reconciliação entre conhecimentos previamente internalizados e novas evidências fornecidas por sistemas digitais (Artigue, 2002). Esse fenômeno tem sido amplamente investigado no campo da didática da matemática, especialmente no contexto da integração de tecnologias educacionais.

Nesse contexto, a formação docente assume papel decisivo, especialmente no que se refere ao letramento computacional necessário para compreender como sistemas digitais representam numericamente operações matemáticas. A integração de tecnologias ao ensino exige não apenas domínio instrumental das ferramentas, mas também entendimento conceitual das limitações associadas à representação binária e à precisão finita, de modo a evitar interpretações equivocadas das manifestações numéricas exibidas em sala de aula.

2.3. Conflitos epistemológicos em ambientes de aprendizagem tecnológica

O conceito de conflito epistemológico refere-se à tensão que surge quando diferentes fontes de conhecimento apresentam conclusões numéricas aparentemente incompatíveis. No ensino de matemática mediado por tecnologia, esse tipo de situação ocorre quando representações digitais divergem de princípios matemáticos previamente estabelecidos no repertório conceitual dos estudantes (Trouche, 2004).

Esses conflitos não se limitam a discrepâncias numéricas, mas envolvem processos mais amplos de interpretação e validação do conhecimento. Quando os educandos confrontam resoluções numéricas que parecem contrariar regras consideradas fundamentais, podem surgir questionamentos acerca da confiabilidade dos próprios conceitos matemáticos. Esse processo pode afetar a estabilidade cognitiva necessária para a consolidação de estruturas conceituais mais avançadas (Tall, 2004).

Pesquisas em educação matemática indicam que a resolução desses conflitos depende da capacidade de tornar explícitas as diferenças entre modelos matemáticos abstratos e suas representações computacionais. A ausência dessa mediação pode levar à internalização de interpretações equivocadas, dificultando a distinção entre propriedades formais e limitações inerentes a sistemas de representação tecnológica (Sfard, 2008).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

2.4. Implicações educacionais e interpretativas em contextos digitais

A incorporação de ferramentas digitais ao ensino da matemática demanda abordagens pedagógicas que considerem não apenas sua funcionalidade operacional, mas também seus efeitos na interpretação dos produtos numéricos apresentados aos alunos. Valores exibidos em ambientes computacionais podem influenciar a forma como conceitos fundamentais são compreendidos, sobretudo quando estão associados a operações elementares amplamente consolidadas no currículo escolar (Hoyles; Lagrange, 2010).

Além do contexto educacional, a interpretação de quantidades numéricas exibidas por sistemas digitais assume relevância em aplicações práticas nas quais desdobramentos numéricos intermediários são utilizados em cálculos encadeados. Nessas situações, a leitura crítica das saídas apresentadas torna-se essencial para evitar conclusões inconsistentes com os princípios matemáticos subjacentes. Esse aspecto reforça a importância de promover, no processo educativo, a compreensão das diferenças entre representações formais e produções numéricas geradas por modelos computacionais.

Diante desse panorama, torna-se evidente a necessidade de investigações que examinem empiricamente como discrepâncias entre expectativas aritméticas e resultados exibidos por tecnologias podem influenciar a construção do conhecimento matemático. Estudos dessa natureza contribuem para o desenvolvimento de estratégias pedagógicas que integrem criticamente as ferramentas digitais ao ensino, preservando a coerência conceitual e fortalecendo a estabilidade interpretativa necessária à aprendizagem matemática.

Assim, a análise de comportamentos numéricos não intuitivos em operações elementares não deve ser compreendida apenas como questão técnica, mas como problema de natureza epistemológica que envolve a articulação entre representação computacional, expectativa aritmética formal e mediação pedagógica. A literatura contemporânea em educação matemática digital aponta que a ausência dessa articulação pode gerar ambiguidades persistentes na construção conceitual, sobretudo nos níveis iniciais de escolarização

3. MÉTODOS

O presente trabalho caracteriza-se como um estudo exploratório comparativo de natureza técnico-documental, fundamentado na observação sistemática de manifestações numéricas exibidas por ferramentas digitais de cálculo amplamente utilizadas em contextos educacionais. Não houve participação de sujeitos, aplicação de instrumentos de coleta junto a participantes ou tratamento estatístico de dados primários. O procedimento metodológico concentrou-se na documentação e comparação das saídas aritméticas apresentadas pelos sistemas diante de expressões formalmente equivalentes.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

3.1. Delineamento do estudo

A investigação foi estruturada a partir da seleção de expressões aritméticas envolvendo números decimais com apenas uma casa decimal, escolhidas por representarem casos típicos de operações elementares ensinadas nos níveis iniciais da educação matemática. O critério de seleção baseou-se na equivalência matemática formal dessas expressões, garantindo que todas conduzissem, no âmbito da aritmética escolar, a desfechos exatos e invariantes.

As expressões analisadas consistiram em subtrações sequenciais envolvendo magnitudes decimais equivalentes, avaliadas sob diferentes configurações sintáticas, incluindo a inserção de parênteses. Esse procedimento permitiu observar possíveis variações nas manifestações numéricas apresentadas em decorrência de alterações na forma de representação das operações, mantendo inalterado o conteúdo matemático subjacente.

3.2. Ambientes digitais analisados

A investigação comparativa foi conduzida em diferentes sistemas digitais de cálculo, selecionados com base em sua ampla disseminação em contextos educacionais e profissionais. Para fins comparativos, foram considerados uma planilha eletrônica comercial de uso global, o ambiente de programação associado a essa planilha, uma planilha baseada em computação em nuvem de acesso livre, uma planilha de código aberto amplamente utilizada, uma calculadora digital integrada ao sistema operacional Windows e um assistente computacional de inteligência artificial disponibilizado no mesmo ecossistema tecnológico. A diversidade dos ambientes examinados permitiu observar padrões distintos na apresentação das ocorrências numéricas diante das mesmas operações aritméticas.

A investigação concentrou-se exclusivamente na observação dos registros numéricos efetivamente apresentados ao usuário final, considerando-os como dados empíricos primários para análise comparativa. Não foram examinadas configurações internas, parâmetros técnicos ou mecanismos de processamento numérico específicos de cada sistema, mantendo-se o foco metodológico nas materializações aritméticas exibidas e em suas implicações interpretativas no contexto educacional global.

3.3. Procedimentos de coleta e registro dos dados

Os dados foram obtidos mediante a execução direta das expressões selecionadas em cada ambiente digital, mantendo-se condições equivalentes de inserção e avaliação das operações. Para assegurar a consistência do procedimento, as manifestações numéricas observadas foram registradas por meio de capturas de tela, documentando visualmente as respostas apresentadas em cada sistema.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Os registros visuais foram posteriormente organizados de forma comparativa, permitindo a identificação de convergências e divergências nas respostas aritméticas produzidas pelas diferentes ferramentas. Esse procedimento garantiu a rastreabilidade do corpus analisado e possibilitou a verificação independente das evidências documentadas.

3.4. Critérios de análise

A interpretação do material documentado baseou-se na comparação entre os registros numéricos exibidos pelos sistemas digitais e as soluções matemáticas esperadas segundo os princípios da aritmética escolar. Foram considerados, como critérios analíticos, a equivalência formal das expressões, a invariância dos desfechos diante de alterações sintáticas e a coerência interpretativa das quantificações apresentadas em operações subsequentes.

A análise priorizou a identificação de situações nas quais discrepâncias numéricas exibidas pudessem gerar potenciais tensões epistemológicas no processo de aprendizagem, particularmente em contextos nos quais as respostas computacionais divergiam das expectativas conceituais consolidadas no ensino da matemática elementar.

4. RESULTADOS

A análise comparativa permitiu identificar diferenças sistemáticas na forma de apresentação das respostas numéricas em operações aritméticas elementares envolvendo números decimais com apenas uma casa decimal. As evidências derivam da execução de expressões matematicamente equivalentes em distintos ambientes digitais de cálculo, possibilitando confrontar as manifestações exibidas pelos sistemas com o desfecho esperado segundo os princípios da aritmética escolar. Os dados são apresentados a seguir de maneira descritiva, com base nos registros visuais obtidos em cada plataforma analisada.

4.1. Avaliação empírica das expressões aritméticas elementares

Observou-se que a expressão inserida de forma sequencial apresentou valor exibido correspondente ao zero esperado. Entretanto, quando a mesma operação foi representada com a inclusão de parênteses, as saídas passaram a apresentar resíduos numéricos distintos de zero, exibidos em forma decimal completa, e não em notação científica, o que torna essas discrepâncias menos perceptíveis para indivíduos em processo de formação matemática. Embora esses valores possuam magnitude extremamente reduzida, sua presença altera a interpretação imediata da operação, que deixa de ser percebida como exatamente nula. Tais remanescências são amplamente descritas na literatura sobre aritmética computacional como decorrentes das limitações inerentes à representação finita de números reais em sistemas digitais (Goldberg, 1991).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Essa diferença na apresentação numérica torna-se particularmente relevante porque não decorre de alterações no conteúdo matemático das operações, mas exclusivamente da forma sintática utilizada para representá-las. No contexto da aritmética elementar, tal comportamento contrasta com o princípio de invariância dos desfechos aritméticos em expressões equivalentes, fundamento central para a consolidação das noções de igualdade e equivalência numérica.

Figura 1. Apresentação de resultados numéricos distintos em expressões aritméticas equivalentes de subtração decimal no Microsoft Excel

B4 | =(0,4-0,3-0,1)

	A	B	C	D
1	Expressão Aritmética Testada	Resultado Exibido no Microsoft Excel 365		Resultado em Aritmética Exata
2	0,4-0,1-0,3	0,0000000000000000000		0
3	(0,4-0,1-0,3)	0,0000000000000000555		0
4	(0,4-0,3-0,1)	0,0000000000000000278		0

Fonte: O autor (2026).

A evidência empírica apresentada na Figura 1 demonstra que, apesar da equivalência matemática das expressões analisadas, os valores exibidos pelo sistema não permanecem uniformes. Enquanto a forma sequencial conduz à apresentação do zero absoluto, as versões com agrupamento sintático resultam em números residuais. Essa variação emerge em operações elementares que fazem parte do ensino inicial da aritmética, o que amplia sua relevância no campo educacional.

Do ponto de vista formativo, a exibição de quantificações distintas em expressões matematicamente idênticas pode interferir na compreensão das propriedades fundamentais das operações, especialmente no que se refere à estabilidade da igualdade e à neutralização numérica. Em ambientes de aprendizagem nos quais ferramentas digitais são utilizadas como referência de verificação, discrepâncias dessa natureza tendem a gerar interpretações conflitantes acerca da confiabilidade das respostas matemáticas.

A situação adquire maior impacto quando valores residuais são utilizados em cálculos subsequentes, particularmente em divisões. Nesses casos, a substituição do valor matematicamente nulo por um número extremamente pequeno pode produzir efeitos quantitativos de grande magnitude, fenômeno classicamente associado à amplificação de erros em operações subsequentes dentro da aritmética de máquina (Higham, 2002). Em contextos educacionais, esse fenômeno pode comprometer a consolidação conceitual necessária para o entendimento das propriedades básicas das operações numéricas.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

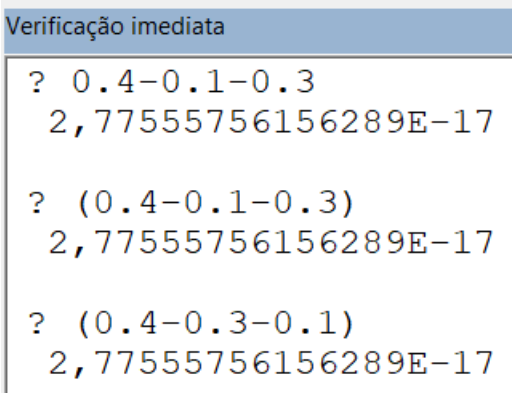
4.2. Avaliação no ambiente de programação VBA

A análise empírica das mesmas expressões aritméticas foi realizada no ambiente de programação VBA, integrado ao Microsoft Excel e amplamente utilizado para automação de cálculos e desenvolvimento de rotinas computacionais em contextos acadêmicos, profissionais e educacionais. Foram executadas as três formas sintáticas da operação de subtração envolvendo números decimais com uma única casa, mantendo-se equivalência matemática entre as expressões analisadas.

As ocorrências numéricas apresentadas indicaram comportamento distinto daquele observado nas células da planilha. Em todas as formas de representação sintática, incluindo a expressão sequencial e as versões com agrupamento por parênteses, o ambiente VBA apresentou valores residuais idênticos e distintos de zero. Diferentemente do que ocorre na interface de planilha, não se observaram variações na saída numérica em função da forma de inserção da operação, mantendo-se constante o valor aproximado em todas as execuções.

Essa uniformidade na apresentação do resíduo numérico evidencia que, nesse ambiente, a representação sintática não influencia a exibição do resultado, ainda que o valor apresentado permaneça diferente do zero esperado na aritmética elementar. Do ponto de vista empírico, tal comportamento revela a existência de padrões distintos de apresentação numérica dentro do próprio ecossistema computacional analisado.

Figura 2. Apresentação de valores residuais idênticos em expressões aritméticas equivalentes de subtração decimal no ambiente VBA do Microsoft Excel



Fonte: O autor (2026).

A evidência registrada na Figura 2 demonstra que, independentemente da forma sintática utilizada, o ambiente VBA mantém a exibição de um mesmo valor residual distinto de zero para expressões matematicamente equivalentes. Essa característica diferencia esse contexto tanto do comportamento observado nas células da planilha quanto das expectativas associadas à aritmética escolar, na qual tais operações conduzem necessariamente ao resultado nulo.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Sob perspectiva educacional, a ocorrência de resultados não nulos em operações elementares assume relevância significativa, especialmente considerando a ampla utilização do ambiente VBA em processos de ensino que envolvem programação aplicada à matemática, automação de cálculos e desenvolvimento de modelos quantitativos. Em contextos formativos, a presença de valores residuais em operações de subtração consideradas fundamentais pode interferir na compreensão da estabilidade das propriedades aritméticas, particularmente no que se refere à neutralização numérica e à equivalência entre expressões matematicamente idênticas.

A uniformidade das quantificações exibidas nesse ambiente amplia o potencial de impacto interpretativo, uma vez que elimina a possibilidade de associação direta entre a forma sintática da expressão e a variação do resultado apresentado. Nesse cenário, a discrepância entre o valor matematicamente esperado e o valor exibido torna-se menos perceptível como fenômeno relacionado à representação simbólica, podendo ser interpretada como característica intrínseca do cálculo numérico em si.

Considerando a crescente incorporação de linguagens de programação e ambientes computacionais no ensino da matemática em escala global, a presença de remanescências numéricas em operações elementares evidencia a necessidade de abordagens pedagógicas que explicitem as diferenças entre expectativas aritméticas formais e valores apresentados por sistemas digitais. Tal necessidade torna-se particularmente relevante em contextos nos quais esses ambientes são utilizados como referência de verificação e validação de procedimentos matemáticos.

4.3. Avaliação na planilha Zoho

A execução das mesmas expressões aritméticas foi realizada em uma planilha eletrônica baseada em computação em nuvem, amplamente utilizada em contextos educacionais e profissionais. Foram avaliadas três formas sintáticas equivalentes de uma operação de subtração envolvendo números decimais com apenas uma casa decimal, mantendo-se a equivalência matemática entre as representações analisadas.

Os registros exibidos indicaram comportamento consistente e invariável. Em todas as formas sintáticas testadas, incluindo a expressão sequencial e as versões com agrupamento por parênteses, o sistema apresentou valor exatamente correspondente ao zero esperado segundo os princípios da aritmética elementar. Não foram observados resíduos numéricos, independentemente da forma de representação simbólica utilizada.

Observou-se ainda que, quando as expressões consistiam exclusivamente em operações de subtração, o sistema realizou automaticamente a simplificação da estrutura sintática, eliminando parênteses considerados redundantes do ponto de vista do cálculo aritmético. Entretanto, quando a expressão passou a integrar uma operação de nível superior, como multiplicação, os parênteses

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

foram preservados para garantir a correta hierarquia operacional, evidenciando tratamento consistente das regras matemáticas de precedência.

Figura 3. Apresentação de resultados uniformemente nulos em expressões aritméticas equivalentes de subtração decimal na planilha Zoho

B4 fx =0,4-0,3-0,1

	A	B	C	D
1	Expressão Aritmética Testada	Resultado Exibido na Planilha Zoho		Resultado em Aritmética Exata
2	0,4-0,1-0,3	0,00000000000000000000		0
3	(0,4-0,1-0,3)	0,00000000000000000000		0
4	(0,4-0,3-0,1)	0,00000000000000000000		0

Fonte: O autor (2026).

A evidência empírica apresentada na Figura 3 demonstra que a planilha analisada mantém uniformidade na apresentação dos efeitos numéricos mesmo diante de variações na forma sintática das expressões. Esse comportamento está alinhado às expectativas associadas à aritmética escolar, nas quais expressões matematicamente equivalentes conduzem necessariamente a quantias idênticas.

Sob perspectiva educacional, tal característica assume relevância significativa, pois ferramentas digitais frequentemente são utilizadas como referência para verificação e validação de procedimentos numéricos. A consistência observada contribui para a estabilidade interpretativa das propriedades fundamentais das operações, especialmente no que se refere à equivalência entre expressões e à neutralização numérica.

Além disso, a simplificação automática de parênteses redundantes em operações elementares pode favorecer a compreensão das estruturas sintáticas das expressões matemáticas, ao evidenciar que determinadas representações não alteram o resultado do cálculo. Ao mesmo tempo, a preservação desses elementos em contextos que exigem manutenção da precedência operacional demonstra coerência no tratamento das regras formais da aritmética.

Considerando a crescente integração de ferramentas digitais no ensino da matemática em escala global, a apresentação consistente de ocorrências numéricas em operações elementares contribui para a consolidação conceitual das propriedades aritméticas, reduzindo potenciais tensões interpretativas entre os valores exibidos por sistemas computacionais e as expectativas construídas no processo formativo.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

4.4. Avaliação na planilha Libreoffice Calc

A execução das mesmas expressões aritméticas no ambiente LibreOffice Calc revelou apresentação uniforme dos registros numéricos. Em todas as formas sintáticas analisadas, incluindo a expressão sequencial e as versões com agrupamento por parênteses, o sistema exibiu valor exatamente correspondente ao zero esperado segundo os princípios da aritmética elementar.

Figura 4. Apresentação de resultados uniformemente nulos em expressões aritméticas equivalentes de subtração decimal no LibreOffice Calc

B4 | =(0,4-0,3-0,1)

	A	B	C	D
1	Expressão Aritmética Testada	Resultado Exibido no LibreOffice Calc		Resultado em Aritmética Exata
2	0,4-0,1-0,3	0,0000000000000000000		0
3	(0,4-0,1-0,3)	0,0000000000000000000		0
4	(0,4-0,3-0,1)	0,0000000000000000000		0

Fonte: O autor (2026).

A evidência empírica apresentada na Figura 4 demonstra que a planilha analisada mantém consistência na exibição das derivações numéricas independentemente da forma sintática das expressões. Tal uniformidade contribui para a preservação das expectativas associadas à aritmética escolar, reduzindo potenciais tensões interpretativas entre os valores apresentados por sistemas digitais e os princípios matemáticos formalmente ensinados.

Sob perspectiva educacional, a apresentação estável de respostas numéricas em operações elementares assume relevância significativa, sobretudo considerando que o ambiente analisado constitui uma solução gratuita amplamente acessível em escala global. A disponibilidade de ferramentas que exibem desfechos coerentes com os fundamentos aritméticos pode favorecer a consolidação conceitual e reduzir ambiguidades interpretativas no processo de aprendizagem.

4.5. Avaliação na calculadora do Windows

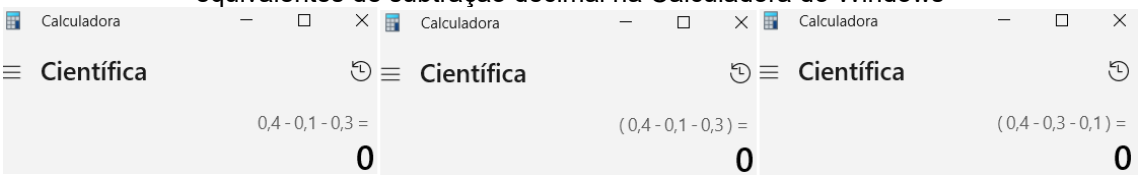
A execução das mesmas expressões aritméticas no ambiente da Calculadora do Windows evidenciou exibição invariável das respostas numéricas. Em todas as formas sintáticas analisadas, incluindo variações com e sem agrupamento por parênteses, o sistema exibiu valor exatamente correspondente ao zero esperado segundo os princípios da aritmética decimal elementar.

Esse comportamento assume relevância particular no contexto educacional, pois o ambiente analisado integra o mesmo ecossistema tecnológico no qual se encontra a planilha eletrônica comercial amplamente utilizada em sala de aula. A coexistência de manifestações quantitativas distintas entre ferramentas pertencentes ao mesmo conjunto de produtos pode gerar

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

questionamentos recorrentes quanto à confiabilidade das respostas numéricas apresentadas em atividades pedagógicas.

Figura 5. Apresentação de ocorrências uniformemente nulas em expressões aritméticas equivalentes de subtração decimal na Calculadora do Windows



Fonte: O autor (2026).

A evidência empírica apresentada demonstra que a ferramenta nativa mantém consistência na exibição dos resultados independentemente da forma sintática das expressões. Sob perspectiva formativa, essa estabilidade contribui para a preservação das expectativas associadas às propriedades fundamentais da subtração decimal, reforçando a coerência entre os valores apresentados por sistemas digitais e os princípios matemáticos ensinados nos níveis iniciais da educação formal.

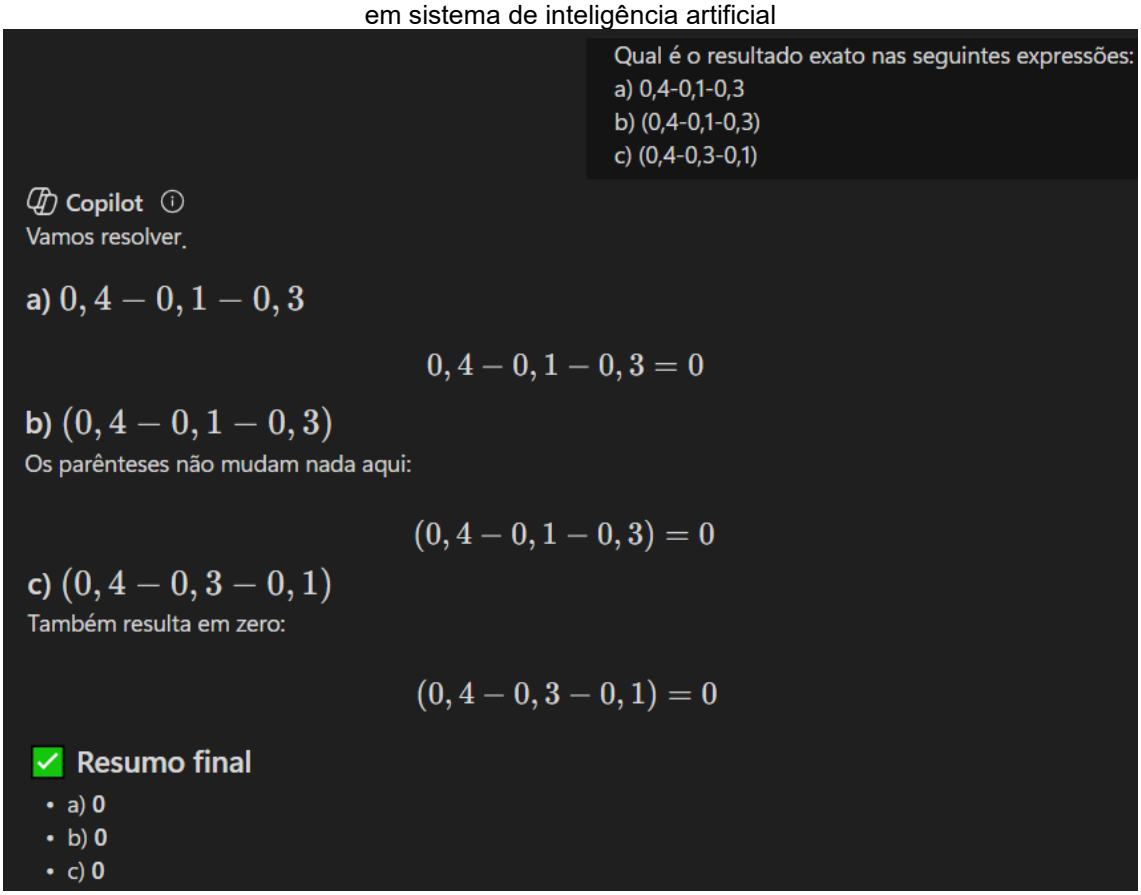
4.6. Avaliação em sistema de inteligência artificial (Copilot)

Foi realizada consulta a um sistema de inteligência artificial mediante inserção literal de expressões aritméticas equivalentes envolvendo subtração decimal com uma única casa. O objetivo consistiu em verificar a consistência das saídas apresentadas e a forma de interpretação fornecida pelo ambiente digital.

Em todas as expressões analisadas, incluindo variações com agrupamento por parênteses e alteração da ordem sintática, o sistema apresentou valor exatamente correspondente ao zero esperado segundo os princípios da aritmética elementar. Não foram observadas divergências entre as representações simbólicas, evidenciando reconhecimento explícito da equivalência matemática das operações.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 6. Apresentação de resultados nulos e explicitação interpretativa de equivalência aritmética em sistema de inteligência artificial



Fonte: O autor (2026).

Além da uniformidade das quantificações numéricas exibidas, observou-se que o sistema forneceu explicações textuais diretas sobre o significado matemático das expressões, indicando explicitamente que a presença de parênteses não altera o resultado em operações dessa natureza. Esse elemento de mediação interpretativa diferencia qualitativamente esse ambiente de cálculo de outros sistemas digitais analisados.

Sob perspectiva educacional, tal característica assume relevância significativa, pois a explicitação textual das propriedades aritméticas contribui para reduzir ambiguidades interpretativas e reforçar a compreensão conceitual das operações fundamentais. A apresentação simultânea do resultado numérico e de sua justificativa matemática favorece a consolidação de relações entre representação simbólica e significado formal.

Considerando o uso crescente de sistemas baseados em inteligência artificial como ferramentas de apoio ao ensino em escala global, a capacidade de fornecer respostas consistentes acompanhadas de explicações interpretativas pode desempenhar papel relevante na mediação entre modelos computacionais e o desenvolvimento do pensamento matemático formal.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

4.7. Impacto em operações subsequentes: divisão pelo resultado das expressões

Para avaliar as implicações interpretativas decorrentes da apresentação de valores numericamente distintos em operações aritméticas elementares, foi realizada uma análise adicional envolvendo a utilização desses resultados como divisores em uma operação subsequente. Considerou-se a divisão de um valor fixo (15000) pelo resultado obtido em cada uma das expressões de subtração previamente analisadas.

Nos ambientes em que as expressões produziram valor exatamente nulo, a operação subsequente foi interpretada pelo sistema como matematicamente indefinida, resultando na sinalização de erro de divisão por zero. Esse comportamento está alinhado com os princípios formais da aritmética, nos quais a divisão por zero não possui solução definida.

Em contraste, nos casos em que a subtração elementar apresentou um valor numericamente distinto de zero, ainda que de magnitude extremamente reduzida, a operação subsequente gerou efeitos aritméticos numericamente elevados. A diferença observada decorre da utilização, como divisor, de uma quantificação distinta de zero, ainda que de magnitude extremamente reduzida.

Tabela 1. Desdobramentos da divisão por valores obtidos em expressões equivalentes de subtração decimal em diferentes ambientes digitais

Ambiente Digital	Resultado da Subtração	Resultado da operação 15000 ÷ valor obtido
Microsoft Excel 365	$2{,}78 \times 10^{-17}$	$\approx 5{,}40 \times 10^{20}$
Microsoft Excel VBA	$2{,}78 \times 10^{-17}$	$\approx 5{,}40 \times 10^{20}$
Zoho Sheet	0	#DIV/0!
LibreOffice Calc	0	#DIV/0!
Calculadora Windows	0	Não é possível dividir por zero
Microsoft Excel Copilot	0	Não é definido

Fonte: O autor (2026).

5. DISCUSSÃO

As evidências apresentadas indicam uma questão epistemológica relacionada à mediação tecnológica no ensino da matemática: a coexistência de representações computacionais e princípios formais no mesmo ambiente de aprendizagem. Em contextos educacionais contemporâneos,

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

ferramentas digitais não atuam apenas como instrumentos operacionais, mas assumem progressivamente a função de instâncias de validação do conhecimento matemático, influenciando a forma como inferências numéricas são interpretadas e aceitas pelos educandos (Hoyles; Lagrange, 2010; Drijvers, 2012).

Do ponto de vista epistemológico, a apresentação de valores numericamente distintos em operações elementares matematicamente equivalentes introduz uma tensão entre o domínio formal da aritmética e o domínio representacional dos sistemas digitais. Conforme discutido por Sfard (2008), a construção do conhecimento matemático depende da estabilidade das representações simbólicas e da consistência entre diferentes formas de expressão. Quando essa estabilidade é percebida como comprometida, podem emergir conflitos interpretativos capazes de afetar a consolidação conceitual.

Nesse contexto, as evidências apresentadas indicam que, no ambiente educacional mediado por tecnologia, não se estabelece distinção explícita entre diferentes domínios de representação numérica. Para o usuário em formação, as representações numéricas exibidas por ferramentas digitais tendem a ser interpretadas como expressões diretas da própria matemática, e não como respostas condicionadas por modelos computacionais específicos. Essa ausência de diferenciação pode produzir o que a literatura denomina conflito epistemológico, caracterizado pela coexistência de evidências aparentemente incompatíveis no processo de construção do conhecimento (Trouche, 2004; Tall, 2004).

Adicionalmente, as ocorrências observadas em operações subsequentes indicam que pequenas divergências numéricas em cálculos elementares podem gerar consequências interpretativas ampliadas quando essas quantificações são utilizadas em procedimentos encadeados. Tal fenômeno reforça a necessidade de considerar a dimensão interpretativa das saídas computacionais no ensino da matemática, sobretudo em conteúdos introdutórios nos quais se estabelecem as bases conceituais do raciocínio formal.

A literatura em educação matemática destaca que a crescente dependência de ferramentas digitais altera a dinâmica tradicional de validação do conhecimento, deslocando parcialmente a autoridade epistêmica do raciocínio humano para sistemas tecnológicos (Artigue, 2002; Hoyles & Lagrange, 2010). Nesse contexto, divergências entre configurações numéricas exibidas e expectativas conceituais previamente estabelecidas podem comprometer a estabilidade cognitiva necessária à consolidação de estruturas matemáticas fundamentais.

Os achados dialogam com investigações recentes que apontam a necessidade de explicitação das diferenças entre modelos computacionais e representações matemáticas formais no ambiente educacional digital. Estudos contemporâneos têm enfatizado que a ausência dessa mediação interpretativa pode gerar ambiguidades conceituais persistentes, particularmente em

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

contextos nos quais ferramentas tecnológicas são amplamente utilizadas como referência de verificação de procedimentos numéricos (Gonçalves, 2012; 2025).

Considerando a expansão do uso de tecnologias digitais no ensino da matemática, os dados analisados evidenciam a importância de abordagens pedagógicas que promovam a compreensão crítica das representações numéricas apresentadas por sistemas computacionais. Tal compreensão não implica questionamento dos fundamentos matemáticos, mas o reconhecimento de que diferentes formas de representação coexistem no ambiente educacional mediado por tecnologia, exigindo processos interpretativos que preservem a coerência conceitual do conhecimento matemático.

6. CONSIDERAÇÕES

O presente estudo analisou, sob enfoque educacional e epistemológico, as implicações decorrentes da apresentação de respostas numericamente distintas em operações aritméticas elementares realizadas em planilhas eletrônicas amplamente difundidas e comercialmente distribuídas em escala internacional, com especial atenção ao comportamento observado no Microsoft Excel. As evidências produzidas demonstraram que expressões de subtração decimal com apenas uma casa, matematicamente equivalentes e cujo desfecho esperado corresponde exatamente à neutralização numérica, podem exibir resíduos distintos de zero quando processadas em células desse ambiente.

No âmbito do ensino da matemática, tal fenômeno assume relevância, uma vez que, no contexto educacional mediado por tecnologia, as expressões numéricas exibidas por ferramentas digitais são frequentemente interpretadas pelos educandos como representações diretas da matemática formal. Não se estabelece, na experiência cognitiva em formação, distinção explícita entre diferentes domínios de representação numérica, de modo que não há percepção de coexistência entre a estrutura matemática abstrata e os modelos de representação adotados pelo software. A resposta apresentada passa, assim, a constituir referência central de validação do conhecimento.

As análises realizadas evidenciaram que divergências numéricas em operações elementares podem gerar consequências interpretativas ampliadas quando essas quantificações são utilizadas em cálculos subsequentes. Em particular, a utilização de resíduos exibidos em células do Microsoft Excel como divisores em operações encadeadas pode conduzir à obtenção de magnitudes elevadas, em contraste com a interpretação matemática formal, na qual a divisão por zero é considerada indefinida. Essa diferença adquire relevância adicional em contextos nos quais planilhas eletrônicas são empregadas como instrumentos de apoio à tomada de decisão, incluindo análises financeiras, modelagens estatísticas e procedimentos quantitativos na área da saúde.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Importa destacar que a presente investigação possui caráter estritamente técnico-científico e não envolve apreciação institucional ou avaliativa de produtos específicos. O estudo limita-se à análise das implicações interpretativas decorrentes dos valores efetivamente apresentados aos alunos, entendendo tais manifestações numéricas como expressões observáveis de modelos de representação que coexistem com os princípios formais da matemática no ambiente educacional digital.

As constatações obtidas dialogam com a literatura contemporânea em educação matemática que enfatiza a necessidade de explicitação das diferenças entre representações tecnológicas e estruturas matemáticas formais no processo de aprendizagem (Artigue, 2002; Tall, 2004; Hoyles & Lagrange, 2010; Drijvers, 2012). Nesse sentido, investigações recentes destacam a importância de abordagens pedagógicas que promovam a compreensão crítica do uso do Microsoft Excel em contextos educacionais, particularmente no que se refere às tensões interpretativas geradas pela apresentação de respostas numericamente não intuitivas em operações elementares (Gonçalves, 2012; Gonçalves, 2025).

Por fim, o presente trabalho integra uma linha contínua de investigação dedicada à análise das implicações educacionais associadas ao uso do Microsoft Excel em escala internacional, com foco na identificação e compreensão de situações nas quais quantificações exibidas podem influenciar a construção conceitual do conhecimento matemático. Ao documentar empiricamente divergências numéricas em operações aritméticas elementares e seus desdobramentos interpretativos, o estudo contribui para o debate acadêmico sobre a mediação pedagógica no uso de tecnologias digitais, reafirmando a importância da coerência epistemológica no ensino da matemática contemporânea.

REFERÊNCIAS

ARTIGUE, Michèle. Learning mathematics in a CAS environment: the genesis of a reflection about instrumentation and the dialectics between technical and conceptual work. **International Journal of Computers for Mathematical Learning**, Dordrecht, v. 7, n. 3, p. 245–274, 2002.

DRIJVERS, Paul. Digital technology in mathematics education: why it works (or doesn't). *In:* ENGLISH, Lyn; KIRSHNER, David (org.). **Handbook of international research in mathematics education**. 2. ed. New York: Routledge, 2012. p. 135–151.

GOLDBERG, David. What every computer scientist should know about floating-point arithmetic. **ACM Computing Surveys**, New York, v. 23, n. 1, p. 5–48, 1991. DOI: 10.1145/103162.103163. Acesso em: 21 jan. 2026.

GONÇALVES, Rafael A. Aritmética no Excel: o silêncio da Microsoft frente à educação global. **ARACÊ – Revista Brasileira de Tecnologia Educacional,** São José dos Pinhais, v. 7, n. 9, p. 1–20, 2025. DOI: 10.56238/arev7n9-086. Acesso em: 23 jan. 2026.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

GONÇALVES, Rafael Alberto. **Introdução à matemática financeira por meio de planilhas eletrônicas**: Calc & Excel no ensino médio. Saarbrücken: Novas Edições Acadêmicas, 2016.

HIGHAM, Nicholas J. **Accuracy and stability of numerical algorithms**. 2. ed. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), 2002.

HOYLES, Celia; LAGRANGE, Jean-Baptiste (org.). **Mathematics education and technology**: rethinking the terrain. New York: Springer, 2010.

NUNES, Terezinha; BRYANT, Peter. **Children doing mathematics**. Oxford: Blackwell, 1996.

SFARD, Anna. **Thinking as communicating**: human development, the growth of discourses, and mathematizing. Cambridge: Cambridge University Press, 2008.

TALL, David. Introducing three worlds of mathematics. **For the Learning of Mathematics**, v. 23, n. 3, p. 29–33, 2004.

TROUCHE, Luc. Managing the complexity of human/machine interactions in computerized learning environments: guiding students' command process through instrumental orchestrations. **International Journal of Computers for Mathematical Learning**, Dordrecht, v. 9, n. 3, p. 281–307, 2004.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.