

COERÇÃO IMPLÍCITA NA FUNÇÃO LCM DO MICROSOFT EXCEL: IMPLICAÇÕES PARA A EDUCAÇÃO GLOBAL**IMPLICIT COERCION IN THE LCM FUNCTION OF MICROSOFT EXCEL: IMPLICATIONS FOR GLOBAL MATHEMATICS EDUCATION****COERCIÓN IMPLÍCITA EN LA FUNCIÓN LCM DE MICROSOFT EXCEL: IMPLICACIONES PARA LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA GLOBAL**Rafael Alberto Gonçalves¹

e747665

<https://doi.org/10.47820/recima21.v7i4.7665>

PUBLICADO: 04/2026

RESUMO

Planilhas eletrônicas amplamente utilizadas em contextos educacionais atuam como mediadoras entre o formalismo aritmético e o processamento digital. Este estudo examina o comportamento da função LCM no Microsoft Excel quando aplicada a dois argumentos, sendo ao menos um deles número irracional. De acordo com a definição clássica do mínimo múltiplo comum em $\mathbb{Z}$, tal operação não possui fundamento formal, uma vez que a função está definida exclusivamente sobre inteiros não nulos. A investigação demonstra que o sistema aceita a entrada, realiza conversão automática não sinalizada dos valores informados e executa a operação sobre argumentos implicitamente transformados antes do cálculo. Embora o resultado apresentado preserve coerência interna com a lógica operacional do *software*, o procedimento evidencia uma dissociação entre o conceito matemático declarado e o processo computacional efetivamente aplicado. A análise combina reconstrução conceitual do domínio aritmético do mínimo múltiplo comum com experimentação controlada no ambiente do Excel, permitindo identificar que o fenômeno decorre de decisões de implementação incorporadas à arquitetura do sistema. Argumenta-se que essa mediação implícita pode comprometer a fidelidade representacional do conceito quando a ferramenta é utilizada como suporte para a aprendizagem matemática. Conclui-se que maior transparência quanto às condições de processamento e às restrições conceituais das operações computacionais é necessária para preservar o alinhamento entre formulação teórica e execução digital em contextos educacionais.

PALAVRAS-CHAVE: Mínimo múltiplo comum. Números irracionais. Restrição de domínio. Coerção implícita. Educação Matemática Global.

ABSTRACT

Spreadsheets widely used in educational contexts act as mediators between arithmetic formalism and digital processing. This study examines the behavior of the LCM function in Microsoft Excel when applied to two arguments, at least one of which is an irrational number. According to the classical definition of the least common multiple in $\mathbb{Z}$, such an operation lacks formal foundation, since the function is defined exclusively over non-zero integers. The investigation demonstrates that the system accepts the input, performs an unsigned automatic conversion of the provided values, and executes the operation on arguments implicitly transformed prior to the calculation. Although the result returned preserves internal consistency within the operational logic of the software, the procedure reveals a dissociation between the declared mathematical concept and the computational process effectively applied. The analysis combines conceptual reconstruction of the arithmetic domain of the least common multiple with controlled experimentation in the Excel environment,

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.

allowing the identification that the phenomenon arises from implementation decisions embedded in the system architecture. It is argued that this implicit mediation may compromise the representational fidelity of the concept when the tool is used as support for mathematical learning. It is concluded that greater transparency regarding processing conditions and conceptual restrictions of computational operations is necessary to preserve alignment between theoretical formulation and digital execution in educational contexts.

KEYWORDS: *Least Common Multiple. Irrational Numbers. Domain Restriction. Implicit Coercion. Global Mathematics Education.*

RESUMEN

Las hojas de cálculo, ampliamente utilizadas en contextos educativos, actúan como mediadoras entre el formalismo aritmético y el procesamiento digital. Este estudio examina el comportamiento de la función LCM en Microsoft Excel cuando se aplica a dos argumentos, siendo al menos uno de ellos un número irracional. De acuerdo con la definición clásica del mínimo común múltiplo en $\mathbb{Z}$, dicha operación carece de fundamento formal, ya que la función está definida exclusivamente sobre enteros no nulos. La investigación demuestra que el sistema acepta la entrada, realiza una conversión automática no señalizada de los valores introducidos y ejecuta la operación sobre argumentos implícitamente transformados antes del cálculo. Aunque el resultado presentado mantiene coherencia interna con la lógica operativa del software, el procedimiento evidencia una disociación entre el concepto matemático declarado y el proceso computacional efectivamente aplicado. El análisis combina la reconstrucción conceptual del dominio aritmético del mínimo común múltiplo con la experimentación controlada en el entorno de Excel, permitiendo identificar que el fenómeno se deriva de decisiones de implementación incorporadas a la arquitectura del sistema. Se argumenta que esta mediación implícita puede comprometer la fidelidad representacional del concepto cuando la herramienta se utiliza como soporte para el aprendizaje matemático. Se concluye que es necesaria una mayor transparencia en cuanto a las condiciones de procesamiento y a las restricciones conceptuales de las operaciones computacionales para preservar la coherencia entre la formulación teórica y la ejecución digital en contextos educativos.

PALABRAS CLAVE: *Mínimo común múltiplo. Números irracionales. Restricción de dominio. Coerción implícita. Educación Matemática Global.*

1. INTRODUÇÃO

O mínimo múltiplo comum constitui um conceito fundamental da aritmética elementar e da teoria dos números. De acordo com a formulação clássica, dados dois ou mais números inteiros positivos, o mínimo múltiplo comum corresponde ao menor inteiro positivo que é múltiplo simultâneo de todos os elementos considerados. Essa definição, amplamente estabelecida na literatura matemática e reproduzida em materiais didáticos de diferentes níveis de ensino, estabelece explicitamente que os argumentos envolvidos pertencem ao conjunto dos números inteiros (Niven; Zuckerman; Montgomery, 1991; Hardy; Wright, 2008; Burton, 2011).

Nas últimas décadas, o ensino da matemática passou a ocorrer em ambientes cada vez mais mediados por tecnologias digitais. Entre essas ferramentas, o Microsoft Excel tornou-se um recurso amplamente utilizado em atividades de cálculo, modelagem e análise quantitativa em contextos de ensino e aprendizagem.

Em diferentes níveis de formação, o software é frequentemente empregado como apoio à resolução de problemas aritméticos, estatísticos e financeiros (Gonçalves, 2014). A presença crescente desse tipo de ferramenta tem sido interpretada na literatura como parte de um processo de mediação instrumental, no qual artefatos computacionais passam a influenciar não apenas procedimentos operacionais, mas também a forma como conceitos matemáticos são representados e compreendidos pelos educandos (Chevallard, 1991; Artigue, 2002; Drijvers *et al.*, 2013).

Pesquisas sobre *softwares* matemáticos indicam que implementações computacionais nem sempre reproduzem de maneira transparente as definições formais associadas a determinados objetos matemáticos. Em algumas situações, rotinas internas produzem resultados numericamente consistentes com a lógica operacional do sistema, embora tais valores não correspondam integralmente às propriedades conceituais estabelecidas na literatura matemática (McCullough, 2000; 2005). Esse fenômeno evidencia que decisões de implementação incorporadas a ambientes digitais podem introduzir mediações implícitas entre o formalismo matemático e sua representação computacional.

No caso do mínimo múltiplo comum, essa questão assume particular relevância. O Microsoft Excel disponibiliza a função LCM (least common multiple), destinada ao cálculo do mínimo múltiplo comum entre valores fornecidos como argumentos. Neste estudo, utiliza-se a nomenclatura original da função em inglês, preservando a referência ao ambiente computacional em seu idioma de origem e evitando ambiguidades decorrentes de diferentes localizações do software.

Observa-se, entretanto, que essa função aceita como entrada expressões envolvendo números irracionais. Quando tais expressões são processadas, o sistema realiza transformações internas e retorna um valor numérico no ambiente computacional. Contudo, segundo a definição aritmética tradicional, o cálculo do mínimo múltiplo comum pressupõe que os elementos considerados pertençam ao conjunto dos números inteiros.

Essa situação sugere uma dissociação entre o formalismo apresentado em materiais didáticos e o comportamento observado em uma ferramenta digital amplamente utilizada em ambientes educacionais. Quando um software é empregado como instrumento de verificação de procedimentos aritméticos, discrepâncias dessa natureza podem gerar ambiguidades interpretativas no processo de aprendizagem. Conforme argumenta Batanero (2001), a compreensão de ideias matemáticas depende da construção de significados conceituais consistentes, não se limitando à aceitação automática de valores produzidos por sistemas de cálculo.

A literatura em educação matemática destaca que tecnologias digitais devem ser compreendidas como mediadoras do conhecimento, e não como instrumentos neutros de cálculo. Nessa perspectiva, Skovsmose (1994) observa que ferramentas tecnológicas incorporam decisões de design capazes de influenciar práticas educativas, enquanto Selwyn (2011) argumenta que a

presença de tecnologias no ensino exige análise crítica de suas implicações epistemológicas. Estudos sobre o uso pedagógico do Excel também indicam que tais recursos podem contribuir para o aprendizado, desde que seu funcionamento e suas limitações sejam explicitados no processo educativo (Gonçalves, 2014).

Apesar dessas discussões, permanece pouco explorada na literatura a investigação das implicações conceituais associadas à implementação computacional de funções aritméticas fundamentais no Microsoft Excel. Em particular, ainda são escassos estudos que examinem sistematicamente a relação entre a definição formal do mínimo múltiplo comum e o comportamento da função LCM quando aplicada a expressões envolvendo números irracionais em ambientes computacionais amplamente utilizados no ensino.

Diante desse cenário, emerge a seguinte questão de pesquisa: de que maneira o comportamento da função LCM no Microsoft Excel pode influenciar a interpretação de conceitos aritméticos quando sua implementação computacional diverge das definições formais estabelecidas na literatura matemática e nos materiais didáticos?

O presente estudo analisa criticamente essa problemática por meio da investigação do comportamento da função LCM no Microsoft Excel quando aplicada a expressões envolvendo números irracionais. O objetivo consiste em investigar criticamente a relação entre a definição matemática do mínimo múltiplo comum e sua implementação computacional em um ambiente amplamente utilizado em práticas educacionais.

Ao explorar esse fenômeno, o artigo busca contribuir para a reflexão sobre a mediação tecnológica do conhecimento matemático, evidenciando como decisões de implementação presentes em *softwares* amplamente difundidos podem influenciar a representação e a interpretação de propriedades fundamentais da aritmética no contexto educacional.

Este estudo contribui para a literatura ao examinar de forma sistemática a relação entre definição matemática e implementação computacional em uma função aritmética amplamente utilizada em ambientes educacionais. Ao evidenciar empiricamente a divergência entre o domínio conceitual do mínimo múltiplo comum e o comportamento da função LCM no Microsoft Excel, a investigação amplia o debate sobre o papel das tecnologias digitais na mediação do conhecimento matemático.

Dessa forma, o trabalho oferece uma base analítica para futuras investigações sobre a confiabilidade conceitual de operações matemáticas implementadas em *softwares* utilizados no ensino, caracterizando-se como um estudo analítico-exploratório voltado à investigação das relações entre formalismo matemático, implementação computacional e interpretação educacional em ambientes digitais amplamente utilizados.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A investigação desenvolvida neste estudo articula dois referenciais complementares. O primeiro corresponde à definição matemática do mínimo múltiplo comum no âmbito da teoria dos números, responsável por delimitar o domínio formal da operação. O segundo refere-se às discussões presentes na literatura da educação matemática sobre mediação tecnológica do conhecimento e sobre as implicações associadas à implementação computacional de conceitos matemáticos em ambientes digitais. A partir dessa articulação, torna-se possível examinar criticamente a relação entre a formulação aritmética do mínimo múltiplo comum e a operacionalização da função LCM no Microsoft Excel.

2.1. Definição matemática do mínimo múltiplo comum

No campo da teoria dos números, o mínimo múltiplo comum é definido no conjunto dos números inteiros positivos. Dados dois inteiros (a) e (b), o mínimo múltiplo comum corresponde ao menor número natural que é simultaneamente múltiplo de ambos. Essa definição está diretamente associada à estrutura multiplicativa dos inteiros e às relações de divisibilidade estabelecidas nesse conjunto numérico (Niven; Zuckerman; Montgomery, 1991).

Formalmente, essa operação pode ser representada como uma função definida no conjunto dos inteiros não nulos. Nesse sentido, o mínimo múltiplo comum pode ser descrito como uma aplicação matemática $lcm: \mathbb{Z}^+ \times \mathbb{Z}^+ \rightarrow \mathbb{Z}^+$, na qual os argumentos pertencem ao conjunto dos inteiros não nulos e o resultado corresponde ao menor inteiro positivo múltiplo comum aos valores considerados.

Uma propriedade clássica estabelece que, para inteiros não nulos, o mínimo múltiplo comum e o máximo divisor comum (MDC), frequentemente denotado na literatura internacional por (gcd) (greatest common divisor), satisfazem a seguinte identidade fundamental:

$$lcm(a, b) = |ab| / gcd(a, b)$$

Essa relação decorre da decomposição em fatores primos e evidencia que ambas as operações dependem da organização aritmética própria do conjunto dos inteiros (Hardy; Wright, 2008; Burton, 2011).

A noção de múltiplo pressupõe a existência de um conjunto discreto de valores obtidos pela multiplicação sucessiva de um número inteiro por elementos naturais. Essa estrutura torna possível identificar o menor elemento comum entre dois conjuntos de múltiplos. Quando os argumentos não pertencem ao conjunto dos inteiros, tal construção deixa de existir, impossibilitando a definição da operação.

Quantidades irracionais, por exemplo, não admitem decomposição em fatores primos no sentido definido na teoria dos números para o conjunto dos inteiros, nem permitem a formação de conjuntos discretos de múltiplos comparáveis aos definidos no domínio dos inteiros.

Por essa razão, a literatura matemática estabelece explicitamente que o mínimo múltiplo comum constitui uma operação restrita a esse conjunto numérico (Hardy; Wright, 2008; Burton, 2011).

Essa delimitação conceitual desempenha papel central na formação matemática escolar, na qual o cálculo do mínimo múltiplo comum é apresentado por meio de procedimentos como decomposição em fatores primos ou utilização da relação com o máximo divisor comum.

2.2. Mediação tecnológica no ensino da Matemática

O avanço das tecnologias digitais transformou significativamente as práticas associadas ao ensino da matemática. *Softwares* de cálculo passaram a desempenhar papel relevante em atividades de exploração conceitual, resolução de problemas e verificação de procedimentos em diferentes níveis de formação.

No campo da educação matemática, esse fenômeno tem sido analisado sob a perspectiva da mediação instrumental, conceito que descreve a interação entre sujeitos, artefatos tecnológicos e conhecimento matemático (Artigue, 2002; Drijvers *et al.*, 2013). Nessa abordagem, ferramentas digitais não são compreendidas apenas como instrumentos operacionais, mas como elementos que influenciam a forma de representação, interpretação e utilização dos conceitos matemáticos em ambientes educacionais.

A teoria da transposição didática proposta por Chevallard (1991) também contribui para compreender esse processo. Segundo essa perspectiva, o conhecimento matemático sofre transformações ao ser transferido entre diferentes contextos institucionais. No caso das tecnologias digitais, essas transformações podem ocorrer por meio de decisões técnicas incorporadas aos sistemas computacionais, que passam a determinar a forma de operacionalização de determinados conceitos.

Discussões posteriores ampliaram esse debate ao examinar criticamente o papel das tecnologias no ensino. Skovsmose (1994) argumenta que ferramentas computacionais devem ser analisadas dentro de um contexto sociotécnico mais amplo, no qual decisões de design podem influenciar práticas educativas. De forma semelhante, Selwyn (2011) destaca que o uso de tecnologias educacionais exige reflexão crítica sobre seus pressupostos, limitações e implicações para os processos de aprendizagem.

Nesse contexto, planilhas eletrônicas como o Microsoft Excel tornaram-se recursos amplamente utilizados em atividades que envolvem cálculos, organização de dados e modelagem quantitativa. Estudos indicam que o uso desse tipo de ferramenta pode favorecer a exploração de conceitos matemáticos em ambientes educacionais, desde que seu funcionamento seja analisado de forma crítica e contextualizada (Gonçalves, 2014).

2.3. Implementação computacional e tensões conceituais

Embora ferramentas digitais possam contribuir para a exploração de ideias matemáticas, a implementação computacional de determinados procedimentos pode introduzir mediações que não correspondem diretamente às definições formais presentes na literatura matemática.

Pesquisas sobre confiabilidade de *softwares* mostram que diferenças entre formulações matemáticas e implementações algorítmicas podem produzir comportamentos inesperados quando sistemas computacionais executam operações definidas em contextos teóricos específicos (McCullough, 2000; 2005). Nessas situações, o resultado apresentado pelo software pode ser consistente com a lógica interna do programa, embora não corresponda exatamente ao conceito matemático originalmente definido.

No campo da educação matemática, Batanero (2001) destaca que a compreensão conceitual depende da articulação entre definições formais e interpretações significativas dos procedimentos utilizados. Quando ferramentas digitais apresentam comportamentos que divergem dessas definições, pode surgir uma tensão epistemológica entre o conceito matemático e sua representação computacional.

Esse tipo de situação torna-se particularmente relevante em contextos educacionais nos quais *softwares* são utilizados como instrumentos de verificação de cálculos. Quando estudantes interpretam resultados produzidos por sistemas computacionais como representações diretas da matemática, discrepâncias entre definição formal e implementação técnica podem influenciar a compreensão de determinados objetos matemáticos.

Diante desse cenário, examinar como funções matemáticas são operacionalizadas em *softwares* amplamente utilizados constitui um campo relevante de investigação na educação matemática contemporânea.

3. METODOLOGIA

Este estudo adota uma abordagem analítico-conceitual orientada pela observação sistemática do comportamento de um recurso computacional amplamente utilizado em ambientes educacionais. O objetivo consiste em examinar a relação entre a definição matemática do mínimo múltiplo comum e a forma como esse conceito é operacionalizado pela função LCM no Microsoft Excel.

A investigação não se concentra na engenharia interna do software, mas na análise das respostas produzidas pelo sistema quando submetido a entradas específicas. Dessa forma, o foco recai sobre a relação entre formulação matemática e manifestação computacional observável na interface da aplicação. Essa perspectiva permite examinar se a execução da função preserva as condições conceituais estabelecidas na teoria dos números.

Para alcançar esse objetivo, foram articulados três procedimentos complementares: (i) reconstrução conceitual do domínio matemático do mínimo múltiplo comum, (ii) experimentação controlada no ambiente do Excel e (iii) comparação entre os resultados apresentados pelo sistema e as propriedades formais da operação aritmética.

3.1. Delimitação conceitual do objeto matemático

A primeira etapa da investigação consistiu na explicitação do domínio formal associado ao mínimo múltiplo comum. Na teoria dos números, essa operação é definida exclusivamente para inteiros não nulos, pois a noção de múltiplo depende das relações de divisibilidade presentes nesse conjunto numérico.

A partir dessa delimitação, estabeleceu-se o referencial conceitual utilizado para avaliar o comportamento da função LCM no ambiente computacional. Esse procedimento permitiu identificar situações nas quais o sistema aceita entradas que não pertencem ao domínio clássico da operação.

3.2. Experimentação em diferentes contextos de execução

A segunda etapa envolveu a realização de testes sistemáticos utilizando a função LCM no Microsoft Excel, analisada em sua versão mais recente disponível durante a investigação (Excel 365). Os experimentos foram conduzidos inicialmente por meio da execução direta da função nas células da planilha.

Com o objetivo de verificar se o comportamento observado depende da interface da aplicação, foram realizados testes adicionais por meio de rotinas em Visual Basic for Applications (VBA), nas quais a função foi acionada programaticamente pelo método `WorksheetFunction.Lcm`. Esse procedimento permitiu examinar se o cálculo executado pelo motor interno do sistema reproduz o mesmo comportamento observado na planilha.

A investigação também incluiu a análise das interpretações produzidas pelo assistente de inteligência artificial Copilot e a comparação com uma função personalizada desenvolvida para fins analíticos. Esses diferentes contextos permitiram observar como o ambiente computacional processa expressões que envolvem números irracionais quando utilizadas como argumentos da operação.

3.3. Análise comparativa e interpretação conceitual

Na etapa final, os resultados apresentados pelo sistema foram examinados à luz da definição matemática do mínimo múltiplo comum estabelecida na teoria dos números. Essa comparação permitiu avaliar se as respostas produzidas pela função LCM mantêm correspondência com as propriedades formais do conceito ou se refletem procedimentos internos que alteram implicitamente a natureza dos argumentos informados.

A interpretação dos resultados foi conduzida sob perspectiva epistemológica, considerando o papel das tecnologias digitais como mediadoras da construção de significados matemáticos em ambientes educacionais. Nesse sentido, o estudo assume caráter analítico-exploratório, voltado à identificação de possíveis tensões conceituais entre a formulação matemática do mínimo múltiplo comum e sua operacionalização em ambiente computacional.

4. RESULTADOS

Esta seção apresenta os resultados obtidos a partir da experimentação realizada em diferentes contextos computacionais do Microsoft Excel. A análise concentrou-se no comportamento da função LCM quando aplicada a expressões envolvendo números irracionais, com o objetivo de examinar a correspondência entre as respostas produzidas pelo sistema e a definição matemática do mínimo múltiplo comum.

Os resultados foram organizados em quatro etapas: execução direta da função na planilha, acionamento programático por meio de VBA, análise conceitual obtida com o assistente Copilot e comparação com uma função personalizada desenvolvida para fins analíticos.

4.1. Execução da função LCM na célula do Excel

A primeira etapa da análise consistiu na aplicação direta da função LCM na interface da planilha do Microsoft Excel. Foram utilizados os números irracionais: $\sqrt{2}$ e π , representados pelas expressões $2^{(1/2)}$ e $PI()$.

A função foi aplicada diretamente à expressão:

$LCM(2^{(1/2)};PI())$.

O sistema retornou o valor 3, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1. Execução da função LCM no Microsoft Excel com argumentos irracionais

C3					=LCM(2^(1/2);PI())				
	A	B	C	D	E				
1	EXCEL				MATHEMATICS				
2	Number 1	Number 2	LCM		LCM				
3	1,414213562	3,141592654	3		LCM($\sqrt{2}$, π) is undefined				

Fonte: O autor, 2026.

Na teoria dos números, o mínimo múltiplo comum é definido exclusivamente para inteiros não nulos. A aceitação de números irracionais pela função indica que o sistema executa

transformações internas implícitas sobre os valores informados, convertendo-os para um domínio operacional compatível com o algoritmo implementado antes da realização do cálculo.

4.2. Execução por meio de VBA

Para verificar se o comportamento observado depende da interface da planilha, o cálculo foi reproduzido no ambiente *Visual Basic for Applications* (VBA) por meio da instrução:

```
Range("C3").Value = WorksheetFunction.Lcm(Range("A3"), Range("B3"))
```

O resultado obtido foi novamente 3, conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2. Execução da função LCM via VBA

C3					
	A	B	C	D	E
1	EXCEL (VBA)			MATHEMATICS	
2	Number 1	Number 2	VBA (LCM)	LCM	
3	1,414213562	3,141592654	3	LCM($\sqrt{2}$, π) is undefined	

```

Sub LCM_Test()
    Range("C3").Value = WorksheetFunction.Lcm(Range("A3"), Range("B3"))
End Sub

```

Fonte: O autor, 2026.

Esse resultado indica que o comportamento observado está associado ao mecanismo interno de processamento do Excel e não apenas à interface da planilha.

4.3. Interpretação conceitual com o Copilot

A terceira etapa examinou a interpretação conceitual fornecida pelo assistente Copilot integrado ao Excel.

Foi solicitado ao sistema que justificasse matematicamente a impossibilidade de calcular o mínimo múltiplo comum entre $\sqrt{2}$ e π . A resposta apresentou o critério de comensurabilidade, segundo o qual dois números admitem múltiplos comuns apenas quando a razão entre eles é racional.

Como a razão entre $\sqrt{2}$ e π é irracional, não existe múltiplo comum não nulo para esses valores.

A Figura 3 apresenta a resposta fornecida pelo sistema.

Figura 3. Explicação do Copilot sobre múltiplos comuns

Copilot, Excel is able to calculate the LCM (least common multiple) of irrational numbers such as $\sqrt{2}$ and π . Prove mathematically that this is incorrect and explain why the concept of LCM only makes sense for integers

 Copilot ⓘ

2) Why “LCM of irrational numbers” breaks: the key theorem

If someone tries to extend LCM to real numbers, the most natural translation of “multiple” is:

- A (integer) multiple of a real number x is nx for some $n \in \mathbb{Z}$.

Then a **common multiple** of two reals x and y would mean a real number M for which:

$$M = nx = my \quad \text{for some nonzero integers } n, m.$$

Now the critical observation:

Theorem (Commensurability criterion).

For nonzero real numbers x, y , there exists a **nonzero** common multiple M of x and y (i.e., $nx = my$ for some nonzero integers n, m) **if and only if** the ratio x/y is **rational**.

Proof

($\Rightarrow$) If $nx = my$ with $n, m \neq 0$, divide both sides by ny :

$$\frac{x}{y} = \frac{m}{n} \in \mathbb{Q}.$$

($\Leftarrow$) If $\frac{x}{y} = \frac{m}{n}$ with integers $m, n \neq 0$, then $nx = my$. So nx is a common multiple.

So: **common nonzero multiples exist exactly when the numbers are commensurable (rational ratio)**

This already shows why “LCM of $\sqrt{2}$ and π ” is doomed: it depends on whether $\pi/\sqrt{2} \in \mathbb{Q}$.

Fonte: O autor, 2026.

Esse resultado evidencia um contraste relevante: enquanto o assistente reconhece a limitação conceitual da operação, a função LCM executa o cálculo e retorna um valor inteiro.

4.4. Verificação da função personalizada

A etapa final consistiu na implementação de uma função personalizada em VBA com verificação explícita do domínio da operação.

A função LCM_Test avalia inicialmente se os argumentos pertencem ao conjunto dos inteiros não nulos. Caso contrário, o cálculo é interrompido e uma mensagem informativa é retornada.

O resultado é apresentado na Figura 4.

Figura 4. Execução da função personalizada com verificação de domínio

C3			=LCM_Test(A3;B3)	
	A	B	C	E
1			EXCEL (VBA)	MATHEMATICS
2	Number 1	Number 2	VBA (LCM_Test)	LCM
3	1,414213562	3,141592654	LCM is defined only for nonzero integers	LCM($\sqrt{2}, \pi$) is undefined

Fonte: O autor, 2026.

Diferentemente da função nativa do Excel, a implementação personalizada impede a execução do cálculo quando os valores fornecidos não pertencem ao domínio matemático da operação. Esse procedimento evidencia que a aceitação de entradas envolvendo números irracionais pela função LCM decorre de decisões de implementação do sistema, e não de uma extensão conceitual da definição matemática do mínimo múltiplo comum.

Para sintetizar os comportamentos observados ao longo dos experimentos realizados, a Tabela 1 apresenta uma comparação entre diferentes tipos de entrada fornecidos à função LCM, os resultados retornados pelo Excel e sua interpretação à luz da definição matemática do mínimo múltiplo comum.

Tabela 1. Comportamento da função LCM com diferentes tipos de entrada

Entrada	Tipo numérico	Resultado Excel	Interpretação matemática
LCM(4,6)	inteiros	12	correto
LCM($\sqrt{2}, \sqrt{7}$)	irracionais	valor inteiro retornado pelo sistema	não definido no domínio da operação
LCM(-4, 6)	negativo	#NUM!	cálculo realizado com valores absolutos
LCM(0, 5)	zero com inteiro	0	domínio inválido na definição clássica
LCM(8)	único argumento	8	trivialização

Fonte: O autor, 2026.

5. DISCUSSÃO EPISTEMOLÓGICA

Os resultados apresentados evidenciam uma tensão conceitual entre a definição matemática do mínimo múltiplo comum e o comportamento observado na implementação computacional da função LCM no Microsoft Excel. Na teoria dos números, a operação é definida exclusivamente para inteiros não nulos, uma vez que a noção de múltiplo depende das relações de divisibilidade presentes nesse conjunto numérico. A execução da função com argumentos irracionais, portanto, situa-se fora do domínio formal estabelecido para o conceito.

Apesar dessa restrição conceitual, os experimentos demonstraram que o sistema aceita tais entradas e produz um resultado inteiro. Esse comportamento indica que o software realiza transformações internas sobre os valores informados antes da execução do cálculo. O procedimento permanece invisível para o usuário, que recebe apenas o valor final apresentado na planilha.

A síntese apresentada na Tabela 1 revela que essa divergência não se limita ao caso de números irracionais. Observa-se que o comportamento da função também apresenta particularidades em outras situações, como na presença de argumentos negativos, na utilização de valores nulos ou ainda quando apenas um único argumento é fornecido à função. No caso envolvendo o valor zero, por exemplo, o sistema retorna o próprio valor nulo para expressões como $LCM(0,5)$, embora a definição clássica do mínimo múltiplo comum esteja restrita a inteiros não nulos. Situações desse tipo indicam que o ambiente computacional adota critérios operacionais próprios.

Inconsistências dessa natureza já foram documentadas em estudos recentes sobre planilhas eletrônicas, evidenciando que determinadas implementações computacionais podem gerar resultados operacionalmente válidos, porém conceitualmente desalinhados (Gonçalves, 2025).

Esse tipo de situação ilustra um fenômeno amplamente discutido na literatura da educação matemática: a mediação tecnológica do conhecimento. Ferramentas digitais não apenas automatizam procedimentos de cálculo, mas também influenciam as formas de representação e interpretação de conceitos matemáticos em ambientes educacionais (Artigue, 2002; Drijvers *et al.*, 2013).

No caso analisado, a função computacional preserva coerência operacional dentro da lógica interna do sistema, mas altera implicitamente as condições conceituais da operação aritmética. Como consequência, o resultado apresentado pela aplicação não corresponde diretamente à definição matemática originalmente associada ao objeto em questão.

Essa discrepância adquire relevância particular em contextos educacionais. Quando *softwares* são utilizados como instrumentos de validação de procedimentos matemáticos, valores produzidos automaticamente tendem a ser interpretados como representações diretas da matemática formal. Entretanto, como argumenta Skovsmose (1994), tecnologias educacionais incorporam decisões de design que podem influenciar práticas de ensino e aprendizagem.

O comportamento observado no Excel sugere que a função LCM executa uma forma de coerção numérica sobre os argumentos recebidos, realizando uma conversão implícita dos valores fornecidos e reconfigurando-os para um domínio computacional compatível com o algoritmo implementado. Embora tal procedimento permita a continuidade da execução do cálculo, ele modifica silenciosamente as condições matemáticas que definem a operação.



Nesse sentido, a divergência identificada não decorre necessariamente de erro aritmético no resultado apresentado pelo sistema, mas da adoção de estratégias de processamento que redefinem implicitamente o domínio operacional da função. O algoritmo passa a operar sobre representações numéricas ajustadas internamente, produzindo resultados consistentes com a lógica computacional, mas epistemologicamente dissociados da formulação matemática original do mínimo múltiplo comum.

Essa situação pode ser interpretada como um caso de divergência entre o conceito matemático e sua implementação computacional. Enquanto a teoria estabelece restrições claras quanto ao domínio da operação, o sistema adota uma estratégia de processamento que privilegia a produção de um resultado numérico.

A análise desenvolvida até este ponto permite compreender que a divergência observada não se limita a um comportamento técnico isolado da função computacional, mas revela uma diferença estrutural entre o formalismo matemático e os mecanismos de processamento incorporados ao software. Essa diferença torna-se particularmente relevante quando ferramentas digitais são utilizadas como mediadoras da aprendizagem, pois o resultado apresentado pela aplicação tende a ser interpretado como expressão direta do conceito matemático. Nesse contexto, torna-se necessário explicitar a relação entre definição formal, implementação computacional e interpretação educacional, de modo a compreender como essas três dimensões interagem no processo de construção do significado matemático.

A Figura 5 sintetiza essa relação conceitual, apresentando um modelo interpretativo que articula três níveis distintos: o formalismo matemático, a implementação computacional e a interpretação educacional.

Figura 5. Modelo conceitual da relação entre definição matemática, implementação computacional e interpretação educacional



Fonte: O autor, 2026.

Nesse modelo, o formalismo matemático corresponde ao conjunto de definições e propriedades estabelecidas na teoria dos números. A implementação computacional refere-se às rotinas algorítmicas incorporadas ao software. Já a interpretação educacional diz respeito à forma como educandos e professores compreendem os resultados apresentados pela ferramenta.

Quando esses três níveis permanecem alinhados, a tecnologia pode atuar como suporte para a exploração conceitual. Entretanto, quando a implementação modifica implicitamente as condições de aplicação de um conceito, surge uma tensão epistemológica que pode influenciar a construção de significados matemáticos.

A análise desenvolvida neste estudo evidencia que essa situação ocorre no caso da função LCM do Excel quando aplicada a expressões envolvendo números irracionais. O resultado produzido pelo sistema decorre de procedimentos internos que não correspondem diretamente às condições formais da operação aritmética.

Essa constatação reforça que ferramentas computacionais amplamente utilizadas no ensino não devem ser interpretadas como representações neutras da matemática formal, mas como artefatos tecnológicos que incorporam decisões algorítmicas específicas.

Quando tais decisões não são explicitadas ao usuário, pode surgir uma distância epistemológica entre o conceito matemático ensinado e o resultado apresentado pela ferramenta digital.

Reconhecer essas mediações torna-se fundamental para a utilização crítica de tecnologias digitais no ensino da matemática. Em vez de serem interpretadas como representações neutras do conhecimento matemático, ferramentas computacionais devem ser compreendidas como artefatos que incorporam escolhas técnicas e conceituais capazes de influenciar práticas educativas.

6. CONSIDERAÇÕES

Esse resultado revela uma discrepância entre a formulação matemática do conceito e sua operacionalização no ambiente computacional. Na matemática, o mínimo múltiplo comum é definido exclusivamente no conjunto dos inteiros não nulos, pois a noção de múltiplo depende das relações de divisibilidade características desse domínio numérico. A execução da função com valores irracionais, portanto, representa uma situação em que o processamento algorítmico altera implicitamente as condições conceituais da operação.

A análise experimental realizada em diferentes contextos de execução, incluindo a interface da planilha, rotinas em Visual Basic for Applications e interpretações produzidas por sistemas de assistência computacional, indica que esse comportamento está associado ao próprio mecanismo interno de processamento do software. O resultado apresentado pelo sistema mantém consistência operacional no interior da lógica algorítmica implementada, mas não corresponde integralmente às propriedades matemáticas que caracterizam o conceito de mínimo múltiplo comum.

Esse fenômeno possui implicações relevantes para o ensino da matemática em ambientes mediados por tecnologia. Planilhas eletrônicas são amplamente utilizadas em atividades educacionais para demonstrar procedimentos aritméticos e validar resultados obtidos por educandos. Quando ferramentas computacionais produzem valores que não respeitam as condições conceituais de uma operação matemática, pode surgir uma tensão epistemológica entre o formalismo teórico e a representação digital do conceito.

Nesse contexto, torna-se importante destacar que o Microsoft Excel é um software comercial amplamente difundido, desenvolvido para aplicações gerais de cálculo e análise de dados. Embora possua recursos frequentemente empregados em atividades educacionais, sua arquitetura algorítmica não foi concebida exclusivamente para reproduzir formalismos matemáticos acadêmicos. Ainda assim, quando uma função matemática é disponibilizada em um ambiente utilizado para fins pedagógicos, espera-se que sua implementação preserve, de maneira transparente, as propriedades fundamentais do conceito ao qual se refere.

Não existe, portanto, uma distinção entre um suposto “modo matemático” e um “modo Excel”. Quando uma função matemática é apresentada ao usuário com determinada denominação

conceitual, sua execução computacional passa a representar, no contexto educacional, a própria operação matemática correspondente. Qualquer divergência entre esses níveis pode gerar interpretações equivocadas sobre a natureza do objeto matemático envolvido.

A execução da função LCM com números irracionais ilustra precisamente esse cenário. Ao permitir a continuidade do cálculo mediante coerção implícita dos argumentos, o sistema produz um resultado que não possui significado no domínio aritmético da operação. Esse procedimento contorna uma propriedade fundamental da teoria dos números e introduz uma dissociação entre o conceito matemático formal e sua representação computacional em ambientes educacionais.

Além disso, a análise sintetizada na Tabela 1 evidencia que a inconsistência observada não se restringe apenas à presença de números irracionais. A função também apresenta comportamentos potencialmente problemáticos em outras situações, como quando recebe apenas um único argumento ou quando lida com entradas negativas. No primeiro caso, o sistema retorna simplesmente o próprio número informado, o que trivializa a operação e pode induzir à interpretação de que o cálculo do mínimo múltiplo comum pode ser realizado com apenas um elemento, embora a própria noção de “comum” pressuponha a existência de pelo menos dois valores distintos. No segundo caso, a presença de mensagens de erro em determinadas situações contrasta com o fato de que, do ponto de vista matemático, o cálculo do mínimo múltiplo comum pode ser conduzido considerando os valores absolutos dos argumentos envolvidos.

Em ambientes educacionais globalizados, nos quais ferramentas digitais são utilizadas como instrumentos de apoio ao aprendizado, situações dessa natureza merecem atenção especial. A literatura já aponta que discrepâncias entre algoritmos computacionais e definições matemáticas podem influenciar a compreensão conceitual dos estudantes, especialmente quando resultados gerados automaticamente são tomados como referência de validação matemática (Skovsmose, 1994; Drijvers *et al.*, 2013).

Problemas dessa natureza também têm sido discutidos na literatura sobre confiabilidade de *softwares* científicos, na qual se argumenta que diferenças entre definições matemáticas e implementações computacionais podem gerar resultados aparentemente corretos do ponto de vista operacional, mas conceitualmente inadequados para fins analíticos ou educacionais (McCullough, 2000; 2005).

Estudos anteriores também indicam que inconsistências no cálculo do mínimo múltiplo comum em planilhas eletrônicas podem afetar a confiabilidade pedagógica dessas ferramentas, exigindo análise crítica de suas implementações e possíveis estratégias de correção ou adaptação para uso educacional (Gonçalves, 2025).

Diante desse cenário, a investigação desenvolvida neste artigo contribui para ampliar a compreensão das relações entre formalismo matemático, implementação computacional e práticas educacionais mediadas por tecnologia.

Ao evidenciar a divergência entre a definição aritmética do mínimo múltiplo comum e o comportamento da função LCM em um software amplamente utilizado no ensino, o estudo reforça a necessidade de análise crítica das ferramentas digitais empregadas na educação matemática.

Uma possível direção para o aprimoramento dessas ferramentas consiste no desenvolvimento de versões alternativas de funções matemáticas que preservem explicitamente o domínio conceitual das operações, sem comprometer a retrocompatibilidade das implementações existentes. Em vez de modificar o comportamento atual da função LCM, novas funções poderiam ser introduzidas com validação explícita de domínio, garantindo maior transparência conceitual em contextos educacionais e científicos.

Como perspectiva futura, novas pesquisas podem examinar de forma sistemática o comportamento de outras funções matemáticas implementadas em ambientes computacionais amplamente utilizados no ensino. Investigações desse tipo podem contribuir para identificar possíveis discrepâncias conceituais e desenvolver estratégias que aproximem a execução algorítmica das propriedades matemáticas formalmente estabelecidas.

Compreender essas relações torna-se essencial para garantir que o uso de tecnologias digitais na educação fortaleça, em vez de comprometer, a construção de significados matemáticos consistentes em escala global.

Como desdobramento analítico, destaca-se que o fenômeno identificado pode ser investigado em outros ambientes computacionais que implementam funcionalidades equivalentes, como diferentes versões do Microsoft Excel e outras planilhas eletrônicas amplamente utilizadas. Tal ampliação permitiria verificar se o comportamento observado constitui uma característica específica de implementação ou se reflete um padrão mais amplo de representação em sistemas digitais. Ressalta-se, entretanto, que o presente estudo não se orienta pela análise de limitações computacionais, mas pela investigação da relação entre linguagem, conceito e operação no contexto da ferramenta analisada.

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**, v. 7, n. 3, p. 245–274, 2002.

BATANERO, Carmen. Understanding randomness: challenges for research and teaching. In: BATANERO, Carmen; GREEN, David; HOLMES, Peter (ed.). **Teaching statistics in school mathematics: challenges for teaching and teacher education**. Dordrecht: Springer, 2001.

BURTON, David M. **Elementary number theory**. 7. ed. New York: McGraw-Hill, 2011.

CHEVALLARD, Yves. **La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné**. Grenoble: La Pensée Sauvage, 1991.



DRIJVERS, Paul; DOORMAN, Michiel; BOON, Paul; REED, Howard; GRAVEMEIJER, Koeno. Digital tools in mathematics education: a critical review. **Mathematics Education Research Journal**, v. 25, n. 4, p. 627–640, 2013.

GONÇALVES, Rafael Alberto. Inconsistências sistêmicas no cálculo do MDC no Excel: uma análise acadêmica detalhada dos erros críticos, suas repercussões profundas na educação global e caminhos estratégicos para soluções. **Caderno Pedagógico**, v. 22, n. 6, p. 1–23, 2025. DOI: <https://doi.org/10.54033/cadpedv22n6-119>.

GONÇALVES, Rafael Alberto. **Introdução à matemática financeira por meio de planilhas eletrônicas**: Calc & Excel no ensino médio. Saarbrücken: Novas Edições Acadêmicas, 2014.

HARDY, G. H.; WRIGHT, E. M. **An introduction to the theory of numbers**. 6. ed. Oxford: Oxford University Press, 2008.

MCCULLOUGH, Bruce D. **Assessing the reliability of statistical software**: Part I. The American Statistician, v. 52, n. 4, p. 358–366, 2000.

MCCULLOUGH, Bruce D. Assessing the reliability of statistical software: Part II. **The American Statistician**, v. 54, n. 2, p. 149–159, 2005.

NIVEN, Ivan; ZUCKERMAN, Herbert S.; MONTGOMERY, Hugh L. **An introduction to the theory of numbers**. 5. ed. New York: Wiley, 1991.

SELWYN, Neil. **Education and technology**: key issues and debates. London: Continuum, 2011.

SKOVSMOSE, Ole. **Towards a philosophy of critical mathematics education**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1994.