



**A CEGUEIRA DE L'HÔPITAL NO EXCEL: O COLAPSO COMPUTACIONAL ENTRE INDETERMINAÇÃO (0/0) E DIVISÃO NÃO DEFINIDA (A/0) E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA GLOBAL**

***L'HÔPITAL BLINDNESS IN EXCEL: THE COMPUTATIONAL COLLAPSE BETWEEN INDETERMINACY (0/0) AND UNDEFINED DIVISION (A/0) AND ITS IMPLICATIONS FOR GLOBAL MATHEMATICS EDUCATION***

***LA CEGUERA DE L'HÔPITAL EN EXCEL: EL COLAPSO COMPUTACIONAL ENTRE LA INDETERMINACIÓN (0/0) Y LA DIVISIÓN NO DEFINIDA (A/0) Y SUS IMPLICACIONES PARA LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA GLOBAL***

Rafael Alberto Gonçalves<sup>1</sup>

e747679

<https://doi.org/10.47820/recima21.v7i4.7679>

PUBLICADO: 04/2026

**RESUMO**

A distinção entre indeterminação e impossibilidade constitui um princípio fundamental da matemática. Enquanto  $0/0$  configura uma forma indeterminada, a divisão de um número não nulo por zero não é definida no conjunto dos números reais. Embora essa diferenciação esteja consolidada no cálculo, sua representação em ferramentas digitais pode assumir configurações divergentes. Este estudo investiga esse fenômeno por meio de uma análise experimental comparativa em quatro contextos: cálculos realizados em células de planilha e rotinas em VBA no Microsoft Excel, resultados apresentados pela Windows Calculator e interpretações conceituais fornecidas por sistema de inteligência artificial. Os resultados mostram que, no ambiente de células do Excel, expressões matematicamente distintas são reduzidas a uma única condição de erro, caracterizando um colapso computacional na representação dessas operações. Em contraste, tanto o ambiente VBA quanto a calculadora do sistema operacional e a interpretação conceitual analisada preservam a distinção entre os casos considerados. Esses achados evidenciam que diferentes ambientes computacionais podem tratar de forma não equivalente operações matemáticas fundamentais, com implicações relevantes para contextos educacionais. Ao ocultar distinções conceituais essenciais, determinadas representações podem influenciar a compreensão de noções básicas da análise matemática, especialmente em situações de aprendizagem mediadas por tecnologia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Divisão por Zero. Formas Indeterminadas. Microsoft Excel. Representação Computacional. Educação Matemática.

**ABSTRACT**

*The distinction between indeterminacy and impossibility constitutes a fundamental principle of mathematics. While  $0/0$  represents an indeterminate form, the division of a nonzero number by zero is not defined within the set of real numbers. Although this distinction is well established in calculus, its representation in digital tools may take divergent forms. This study investigates this phenomenon through a comparative experimental analysis across four contexts: calculations performed in spreadsheet cells and VBA routines in Microsoft Excel, results produced by the Windows Calculator, and conceptual interpretations provided by an artificial intelligence system. The results show that, in Excel's cell environment, mathematically distinct expressions are reduced to a single error condition,*

<sup>1</sup> 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.



## REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

A CEGUEIRA DE L'HÔPITAL NO EXCEL: O COLAPSO COMPUTACIONAL ENTRE INDETERMINAÇÃO (0/0) E DIVISÃO NÃO DEFINIDA (A/0) E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA GLOBAL  
Rafael Alberto Gonçalves

*characterizing a computational collapse in the representation of these operations. In contrast, both the VBA environment and the operating system calculator, as well as the conceptual interpretation analyzed, preserve the distinction between the cases considered. These findings demonstrate that different computational environments may treat fundamental mathematical operations in non-equivalent ways, with relevant implications for educational contexts. By obscuring essential conceptual distinctions, certain representations may influence the understanding of basic notions of mathematical analysis, particularly in technology-mediated learning situations.*

**KEYWORDS:** *Division by Zero. Indeterminate Forms. Microsoft Excel. Computational Representation. Mathematics Education.*

### RESUMEN

*La distinción entre indeterminación e imposibilidad constituye un principio fundamental de las matemáticas. Mientras que 0/0 configura una forma indeterminada, la división de un número distinto de cero por cero no está definida en el conjunto de los números reales. Aunque esta diferenciación está consolidada en el cálculo, su representación en herramientas digitales puede adoptar configuraciones divergentes. Este estudio investiga este fenómeno mediante un análisis experimental comparativo en cuatro contextos: cálculos realizados en celdas de hoja de cálculo y rutinas en VBA en Microsoft Excel, resultados presentados por la Calculadora de Windows e interpretaciones conceptuales proporcionadas por un sistema de inteligencia artificial. Los resultados muestran que, en el entorno de celdas de Excel, expresiones matemáticamente distintas se reducen a una única condición de error, caracterizando un colapso computacional en la representación de estas operaciones. En contraste, tanto el entorno VBA como la calculadora del sistema operativo y la interpretación conceptual analizada preservan la distinción entre los casos considerados. Estos hallazgos evidencian que diferentes entornos computacionales pueden tratar de forma no equivalente operaciones matemáticas fundamentales, con implicaciones relevantes para contextos educativos. Al ocultar distinciones conceptuales esenciales, determinadas representaciones pueden influir en la comprensión de nociones básicas del análisis matemático, especialmente en situaciones de aprendizaje mediadas por tecnología.*

**PALABRAS CLAVE:** *División por cero. Formas indeterminadas. Microsoft Excel. Representación computacional. Educación matemática.*

## 1. INTRODUÇÃO

A distinção entre indeterminação e impossibilidade constitui um elemento fundamental da estrutura da matemática. No contexto do cálculo, a expressão  $0/0$  caracteriza uma forma indeterminada, enquanto a divisão de um número não nulo por zero não é definida no conjunto dos números reais. Essa diferenciação desempenha papel central na análise de limites, na interpretação funcional e na consistência lógica da teoria matemática.

Quando tal distinção não é explicitada em ambientes computacionais de cálculo, ocorre uma redução operacional que pode ocultar diferenças conceituais essenciais. Neste estudo, esse fenômeno é denominado “cegueira de L'Hôpital”, sendo definido como a situação em que expressões matematicamente distintas são representadas por uma mesma saída operacional, resultando em um colapso computacional na maneira como essas operações são apresentadas ao usuário. O termo é introduzido como um neologismo analítico, empregado exclusivamente para descrever o comportamento observado nesta investigação.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21

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.



## REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

A CEGUEIRA DE L'HÔPITAL NO EXCEL: O COLAPSO COMPUTACIONAL ENTRE INDETERMINAÇÃO (0/0) E DIVISÃO NÃO DEFINIDA (A/0) E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA GLOBAL  
Rafael Alberto Gonçalves

Com a expansão das tecnologias digitais, sistemas computacionais passaram a ocupar papel central na realização de cálculos e na mediação de conceitos matemáticos em contextos educacionais e profissionais. Entre esses sistemas, o Microsoft Excel destaca-se como uma das ferramentas mais difundidas para manipulação de dados e execução de operações quantitativas, sendo amplamente utilizado em escolas, universidades e ambientes de trabalho (Gonçalves, 2025).

A literatura em educação matemática tem evidenciado que tecnologias digitais influenciam diretamente a maneira como conceitos são explorados e compreendidos em ambientes de aprendizagem (Schoenfeld, 1985). Estudos também indicam que diferentes modos de representação podem impactar significativamente os processos de construção conceitual (Duval, 1999). Nesse contexto, recursos digitais não apenas operacionalizam cálculos, mas também participam da mediação cognitiva dos conceitos matemáticos (Drijvers *et al.*, 2013; Borba; Villarreal, 2005; Moreno-Armella; Hoyles, 2020).

Embora diversas pesquisas tenham investigado o uso de planilhas eletrônicas no ensino, especialmente na modelagem e na exploração de relações quantitativas (Gonçalves, 2014), há uma lacuna no que se refere à análise de como operações conceitualmente distintas são representadas nesses ambientes quando envolvem condições limite, como a divisão por zero.

Além do uso direto em células, o Excel incorpora o ambiente de programação VBA (Visual Basic for Applications), permitindo a execução de rotinas e a definição de funções personalizadas. Paralelamente, outras ferramentas amplamente utilizadas, como a Windows Calculator e sistemas baseados em inteligência artificial, também realizam ou interpretam operações aritméticas, oferecendo diferentes estratégias de representação para expressões matemáticas.

A coexistência desses ambientes torna relevante investigar de que maneira operações idênticas são tratadas em contextos computacionais distintos. Essa questão assume particular importância no caso da divisão por zero, uma vez que a matemática estabelece distinções conceituais claras entre diferentes situações associadas ao denominador nulo.

Nesse contexto, a análise dessas representações ultrapassa a avaliação de ferramentas específicas, passando a envolver a compreensão de como diferentes estratégias de apresentação podem influenciar a construção de significados matemáticos.

Diante desse cenário, este estudo analisa o tratamento computacional de expressões envolvendo divisão por zero em quatro contextos: cálculos realizados em células do Microsoft Excel, execução por meio de rotinas VBA no mesmo ambiente, resultados apresentados pela Windows Calculator e interpretações conceituais fornecidas por sistema de inteligência artificial. O objetivo é examinar em que medida essas representações preservam ou não distinções fundamentais da matemática, evidenciando possíveis implicações para a compreensão conceitual em contextos educacionais.



Embora o estudo possua natureza qualitativa, buscou-se assegurar consistência na análise por meio da repetição dos testes em cada ambiente investigado, verificando a estabilidade das respostas obtidas. As expressões foram avaliadas de maneira independente em cada contexto, permitindo identificar padrões recorrentes no comportamento dos sistemas analisados.

Sob uma perspectiva mais ampla, a análise dessas ferramentas envolve também a compreensão de como diferentes sistemas estruturam a interação entre usuário e resultado. A apresentação das respostas não apenas comunica valores, mas também orienta possíveis interpretações. Nesse contexto, a ausência de distinções em determinados ambientes pode não apenas simplificar a operação, mas influenciar diretamente a maneira como o problema é interpretado.

## 2. FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS DA DIVISÃO POR ZERO

A análise de expressões com denominador nulo exige a distinção entre situações conceitualmente distintas no âmbito da aritmética e da análise matemática. A interpretação dessas operações está diretamente relacionada às propriedades estruturais do sistema numérico no qual são definidas. Em particular, a divisão pode ser formalmente compreendida como a operação inversa da multiplicação, estando condicionada à existência de inverso multiplicativo no conjunto dos números reais.

### 2.1. Estrutura algébrica da divisão

Formalmente, a razão entre dois números reais  $a$  e  $b$  corresponde ao número  $c$  que satisfaz a igualdade  $a = b \cdot c$ , desde que  $b \neq 0$ . Essa restrição decorre da estrutura algébrica dos números reais, na qual apenas elementos não nulos possuem inverso multiplicativo.

Quando o denominador é nulo, essa relação deixa de admitir solução no conjunto considerado. Não existe número real capaz de satisfazer  $a = 0 \cdot c$  quando  $a \neq 0$ . Tal impossibilidade decorre diretamente das propriedades da multiplicação, sendo necessária para preservar a consistência algébrica do sistema (Apostol, 1974).

### 2.2. Indeterminação associada à expressão 0/0

Situação distinta ocorre quando numerador e denominador são ambos iguais a zero. Nesse caso, a igualdade  $0 = 0 \cdot c$  é satisfeita por qualquer valor real de  $c$ , no contexto puramente algébrico. Não há inexistência de solução, mas ausência de unicidade, característica que define uma forma indeterminada.

Esse tipo de expressão surge frequentemente na análise de limites, quando duas grandezas tendem simultaneamente a zero. A forma  $0/0$  não indica impossibilidade, mas insuficiência de



informação para determinar um valor único sem considerar o comportamento das funções envolvidas. Sua interpretação requer, portanto, análise do contexto funcional (Spivak, 1994).

### 2.3. Representações operacionais em ferramentas de cálculo

Quando operações envolvendo denominador nulo são avaliadas em ambientes computacionais, torna-se relevante examinar como essas situações são representadas. Diferentes sistemas podem adotar estratégias distintas para tratar condições em que a operação não possui resultado definido no conjunto dos números reais.

Entre os ambientes mais difundidos estão planilhas eletrônicas, como o Microsoft Excel, e utilitários do sistema operacional, como a Windows Calculator. Além disso, sistemas baseados em inteligência artificial podem fornecer interpretações conceituais dessas expressões.

Estudos em educação matemática indicam que a forma de apresentação dos resultados pode influenciar a compreensão conceitual dos usuários (Drijvers, 2013; Trigueros; Borba, 2022). Estudos recentes também têm explorado o papel de ambientes digitais na construção de significados matemáticos em contextos mediados por tecnologia.

A literatura também destaca a importância de compreender a relação entre trabalho técnico e construção conceitual (Artigue, 2002), bem como o papel de estruturas fundamentais no desenvolvimento do pensamento matemático (Kilpatrick; Swafford; Findell, 2001). Nesse contexto, investigar essas representações torna-se relevante para compreender possíveis reduções operacionais que podem anteceder fenômenos como o colapso computacional discutido neste trabalho.

A análise dessas diferenças evidencia que a formalização matemática e sua implementação em ambientes computacionais não se estabelecem de forma automática nem necessariamente equivalente. Mesmo quando baseadas em princípios rigorosos, as operações podem assumir representações distintas em função dos critérios adotados na construção dos sistemas. Essa variabilidade reforça a necessidade de distinguir entre estrutura matemática e interpretação operacional, especialmente em contextos nos quais o usuário interage apenas com os resultados apresentados, sem acesso aos mecanismos internos que os produzem.

## 3. MÉTODOS

A investigação foi conduzida como um estudo experimental comparativo de natureza qualitativa, voltado à análise do comportamento de diferentes ferramentas de cálculo diante de expressões com denominador nulo. O objetivo consistiu em examinar como ambientes digitais amplamente utilizados representam operações matematicamente distintas associadas às razões  $0/0$  e à divisão de um número não nulo por zero.



Os testes foram realizados no Microsoft Excel 365, em ambiente Windows 10 Home Single Language, considerando as configurações padrão do sistema. A análise foi conduzida em quatro contextos computacionais: cálculos executados em células de planilha e por meio de rotinas em VBA no Microsoft Excel, operações realizadas na Windows Calculator e interpretações conceituais obtidas por sistema de inteligência artificial. A seleção desses ambientes baseou-se em sua ampla utilização em contextos educacionais e profissionais (Hoyles; Noss, 2003), bem como em estudos sobre mediação tecnológica no ensino de matemática (Drijvers, 2013; Trigueros; Borba, 2022).

A análise está restrita aos ambientes investigados neste estudo, não tendo como objetivo generalizar os resultados para todos os sistemas computacionais, mas compreender como essas operações são representadas em ferramentas amplamente utilizadas.

### **3.1. Avaliação em células de planilha**

Foram inseridas fórmulas aritméticas representativas das duas situações analisadas: a razão entre zero e zero e a divisão de um número não nulo por zero. A análise concentrou-se na resposta retornada pelo sistema após a avaliação das fórmulas, com foco na identificação do padrão de saída operacional.

O procedimento buscou verificar se o ambiente de célula distingue essas expressões ou se ambas são reduzidas a uma mesma condição de erro.

### **3.2. Execução por meio de rotinas VBA**

Foram implementadas rotinas na linguagem VBA (Visual Basic for Applications) para avaliar as mesmas expressões em ambiente programável. Esse recurso permite a execução direta de operações aritméticas com tratamento explícito de erros (Gonçalves; Martim, 2018).

A análise consistiu em observar as mensagens retornadas pelo sistema durante a execução das operações, verificando se o mecanismo de exceção diferencia as situações avaliadas.

A comparação com os resultados obtidos em células permitiu identificar diferenças internas de comportamento no próprio sistema.

### **3.3. Verificação no Windows Calculator**

As mesmas expressões foram avaliadas na Windows Calculator, com o objetivo de observar a forma de apresentação dos resultados em um utilitário de cálculo amplamente utilizado.

Essa etapa permitiu comparar o tratamento dessas operações fora do ambiente de planilha, identificando convergências e divergências na representação dos resultados.



### 3.4. Interpretação conceitual por meio de inteligência artificial

Como complemento, foi consultado um sistema de inteligência artificial (Microsoft Copilot) para obter descrições conceituais das expressões analisadas.

Essa etapa teve caráter exploratório e buscou verificar se a interpretação fornecida distingue as duas situações, permitindo contrastar representação operacional e explicação teórica.

### 3.5. Implementação de função personalizada

Foi desenvolvida uma função personalizada em VBA com o objetivo de distinguir computacionalmente as duas situações analisadas. A implementação considerou explicitamente as propriedades matemáticas envolvidas, retornando classificações distintas para cada caso.

Essa etapa permitiu demonstrar que a diferenciação pode ser incorporada ao ambiente computacional quando as condições matemáticas são explicitamente tratadas.

## 4. RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Esta seção apresenta os resultados obtidos a partir dos procedimentos descritos anteriormente, com foco na forma como diferentes ferramentas computacionais tratam operações envolvendo denominador nulo. Foram analisados quatro contextos: células do Microsoft Excel, rotinas em VBA no mesmo ambiente, Windows Calculator e interpretação conceitual por sistema de inteligência artificial.

### 4.1. Avaliação em células de planilha

As expressões 0/0 e a divisão de número não nulo por zero foram avaliadas diretamente em células do Excel.

Figura 1. Avaliação em células do Microsoft Excel

	A	B	C	D	E	F
1	<b>EXCEL</b>				<b>MATEMÁTICA</b>	
2	<b>Numerador</b>	<b>Denominador</b>	<b>Quociente</b>	<b>FÓRMULATEXTO</b>	<b>Quociente</b>	
3	0	0	<b>#DIV/0!</b>	<b>=A3/B3</b>	<b>Indeterminado</b>	
4						
5	2	0	<b>#DIV/0!</b>	<b>=A5/B5</b>	<b>Indefinido</b>	

Fonte: O autor, 2026.

A Figura 1 mostra que ambas as operações resultam na mesma saída: #DIV/0!.



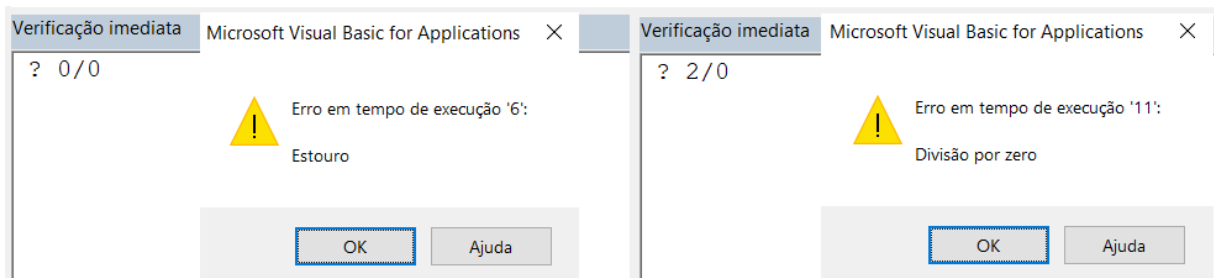
Embora matematicamente distintas, sendo  $0/0$  uma forma indeterminada e  $a/0$  uma operação não definida, o ambiente de célula não diferencia essas situações. A resposta depende exclusivamente da presença de denominador nulo, independentemente do numerador.

Essa uniformização caracteriza uma redução operacional, na qual expressões conceitualmente distintas são representadas por uma única condição de erro. Esse resultado constitui a primeira evidência do colapso computacional discutido neste estudo.

#### 4.2. Execução por meio de VBA

As mesmas expressões foram avaliadas no ambiente VBA.

**Figura 2.** Respostas do ambiente VBA



Fonte: O autor, 2026.

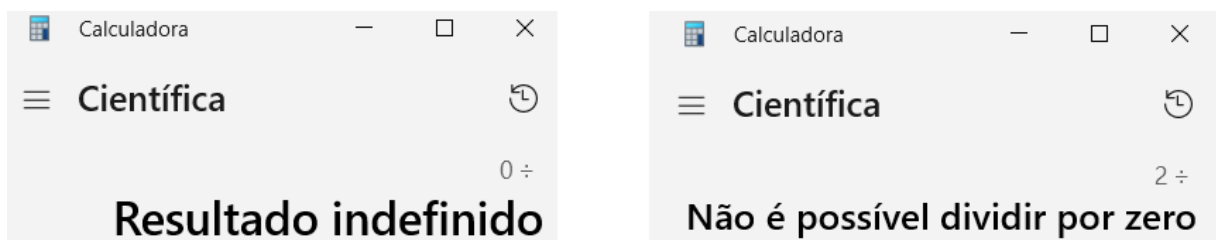
Para  $0/0$ , o sistema retorna erro de execução do tipo overflow. Para a divisão por zero com numerador não nulo, o erro indica explicitamente divisão por zero.

Diferentemente do ambiente de célula, o VBA distingue essas operações por meio de mensagens distintas. Esse comportamento indica que o próprio sistema possui mecanismos capazes de diferenciar essas situações quando executadas em contexto programável.

#### 4.3. Avaliação na calculadora do sistema operacional

As expressões também foram avaliadas na Windows Calculator.

**Figura 3.** Respostas da Windows Calculator



Fonte: O autor, 2026.



## REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

A CEGUEIRA DE L'HÔPITAL NO EXCEL: O COLAPSO COMPUTACIONAL ENTRE INDETERMINAÇÃO (0/0) E DIVISÃO NÃO DEFINIDA (A/0) E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA GLOBAL  
Rafael Alberto Gonçalves

Para  $0/0$ , a saída é “Resultado indefinido”. Para a divisão de número não nulo por zero, o sistema apresenta “Não é possível dividir por zero”.

Nesse ambiente, as duas situações são explicitamente diferenciadas, em consonância com a interpretação matemática.

#### 4.4. Interpretação conceitual pelo Microsoft Copilot

Foi analisada a resposta do Microsoft Copilot à diferença entre  $0/0$  e  $2/0$ .

Figura 4. Interpretação conceitual

Expressão	Classificação	Significado Matemático
$0/0$	Indeterminada	Pode assumir qualquer valor; precisa de mais contexto (ex: limites)
$2/0$	Indefinida	Tende ao infinito; simplesmente não existe no conjunto dos números reais

Fonte: O autor, 2026.

O sistema classifica  $0/0$  como indeterminado e  $2/0$  como não definido, apresentando explicações distintas para cada caso.

Diferentemente dos ambientes puramente operacionais, essa abordagem preserva explicitamente a distinção conceitual entre as expressões.

#### 4.5. Verificação da função personalizada

Foi implementada uma função em VBA para distinguir as duas situações.



Figura 5. Função personalizada

EXCEL					MATEMÁTICA	
	A	B	C	D	E	F
1						
2	Numerador	Denominador	Quociente	FÓRMULATEXTO		Quociente
3	0	0	Indeterminado	=Quociente_Test(A3;B3)		Indeterminado
4						
5	2	0	Indefinido	=Quociente_Test(A5;B5)		Indefinido
6	Function Quociente_Test(a As Double, b As Double) As Variant					
7	If a = 0 And b = 0 Then					
	Quociente_Test = "Indeterminado"					
	ElseIf b = 0 Then					
	Quociente_Test = "Indefinido"					
	Else					
	Quociente_Test = a / b					
8	End If					
	End Function					

Fonte: O autor, 2026.

A função retorna "Indeterminado" para  $0/0$  e "Não definido" para divisão por zero com numerador não nulo.

Esse resultado demonstra que a diferenciação pode ser incorporada ao ambiente de planilha quando as condições matemáticas são explicitamente tratadas.

#### 4.6. Síntese comparativa dos resultados

A Tabela 1 sintetiza os resultados obtidos.

Ambiente de cálculo	0/0	a/0 (a ≠ 0)
Excel (célula)	#DIV/0!	#DIV/0!
VBA (Excel)	Erro 6 – Overflow	Erro 11 – Divisão por zero
Calculadora	Resultado indefinido	Não é possível dividir por zero
Função personalizada	Indeterminado	Não definido

Fonte: O autor, 2026.

A comparação mostra que apenas o ambiente de célula do Excel não distingue as duas situações, enquanto os demais contextos preservam essa diferença em diferentes níveis.

A análise comparativa evidencia que a distinção entre essas operações não depende exclusivamente da capacidade computacional dos sistemas, mas da forma como os resultados são estruturados e apresentados ao usuário. Essa diferença sugere que a representação operacional adotada pode influenciar diretamente a interpretação das operações realizadas, mesmo quando os mecanismos internos permitem distinções mais precisas.



## 5. DISCUSSÃO EPISTEMOLÓGICA

Os resultados evidenciam uma questão central na relação entre representação computacional e estrutura conceitual da matemática. A análise dos diferentes ambientes mostra que operações envolvendo denominador nulo podem ser tratadas de forma distinta dependendo do contexto de execução.

A distinção matemática entre  $0/0$  e  $a/0$  está presente nos mecanismos computacionais, mas não se torna visível na interface mais utilizada pelos usuários: as células do Excel. Nesse ambiente, expressões conceitualmente distintas são reduzidas a uma única indicação operacional, caracterizando o fenômeno denominado neste estudo como “cegueira de L'Hôpital”. Trata-se de uma situação em que a representação computacional não preserva explicitamente diferenças fundamentais estabelecidas pela teoria matemática, produzindo uma convergência operacional que contrasta com a distinção conceitual discutida na literatura de cálculo (Spivak, 1994).

Por outro lado, a execução em VBA evidencia que o próprio sistema é capaz de distinguir essas operações quando processadas em ambiente programável. De modo semelhante, a Windows Calculator apresenta respostas diferenciadas, aproximando-se da interpretação matemática. Esses resultados indicam que a uniformização observada nas células está associada à forma de apresentação dos resultados, e não à impossibilidade de distinção no nível computacional.

A implementação da função personalizada reforça esse argumento ao demonstrar que a diferenciação pode ser explicitamente incorporada ao ambiente de planilha. Quando as condições matemáticas são consideradas diretamente, os resultados passam a refletir a distinção entre indeterminação e não definição.

Essas observações possuem implicações relevantes para a educação matemática. Ferramentas digitais não apenas executam operações, mas também participam da mediação do conhecimento, influenciando a forma como conceitos são compreendidos (Drijvers, 2013; Niess, 2012; Papert, 1980). A literatura também indica que a forma de representação desempenha papel central na construção do significado matemático (Duval, 1999).

Nesse contexto, estudos de Hoyles e Noss (2003) e Hoyles e Lagrange (2010) destacam que tecnologias digitais reconfiguram a relação entre o trabalho técnico e o entendimento conceitual. Quando determinadas representações ocultam distinções fundamentais, há risco de comprometimento na construção do conhecimento, especialmente em ambientes de aprendizagem mediados por tecnologia.

A função proposta neste estudo ilustra como o próprio ambiente de planilha pode ser utilizado para tornar explícitas essas distinções. Ao evidenciar a diferença entre  $0/0$  e  $a/0$ , amplia-se o potencial de exploração conceitual e investigação matemática em contextos digitais.

De forma geral, os resultados indicam que representações computacionais não são neutras. A maneira como operações são apresentadas pode influenciar diretamente a interpretação dos



## REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

A CEGUEIRA DE L'HÔPITAL NO EXCEL: O COLAPSO COMPUTACIONAL ENTRE INDETERMINAÇÃO (0/0) E DIVISÃO NÃO DEFINIDA (A/0) E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA GLOBAL  
Rafael Alberto Gonçalves

conceitos envolvidos. No caso analisado, a uniformização observada nas células do Excel configura uma redução operacional que pode obscurecer propriedades fundamentais da matemática.

Os resultados também indicam a necessidade de uma abordagem mais criteriosa na utilização de ferramentas digitais no ensino de matemática. Quando esses recursos são empregados como mediadores iniciais do contato com conceitos formais, a forma como os resultados são apresentados pode influenciar não apenas a interpretação imediata, mas também a construção progressiva de significados. Nesse sentido, torna-se relevante considerar como diferentes ambientes computacionais podem ser utilizados de maneira complementar, de modo a preservar a coerência entre estrutura matemática e representação operacional.

Além disso, os resultados sugerem que a análise de ferramentas digitais no ensino de matemática não deve se restringir à verificação de sua funcionalidade operacional, mas também considerar a forma como essas ferramentas estruturam e comunicam resultados. Diferentes ambientes podem apresentar níveis distintos de explicitação conceitual, o que implica reconhecer que a mediação tecnológica envolve não apenas execução de cálculos, mas também a organização do significado associado às operações realizadas. Nesse sentido, compreender as diferenças entre representação operacional e estrutura matemática torna-se fundamental para o uso crítico dessas ferramentas em contextos educacionais.

### 6. CONSIDERAÇÕES

A investigação desenvolvida neste estudo permitiu analisar como diferentes ambientes digitais representam expressões envolvendo denominador nulo e como essas representações se relacionam com princípios fundamentais da matemática. A comparação entre resultados obtidos em células do Microsoft Excel, no ambiente VBA, na Windows Calculator e por meio de função personalizada evidenciou padrões distintos de tratamento para operações matematicamente não equivalentes.

Os resultados mostram que, no ambiente de célula do Excel, expressões conceitualmente distintas são apresentadas por meio de uma mesma condição operacional. Essa uniformização contrasta com a distinção estabelecida pela matemática, na qual  $0/0$  corresponde a uma forma indeterminada, enquanto a divisão de um número não nulo por zero não é definida no conjunto dos números reais (Apostol, 1974; Spivak, 1994).

Em contraste, os demais contextos analisados, incluindo o ambiente VBA, a Windows Calculator e a função personalizada, preservam, em diferentes níveis, essa distinção. Esse resultado indica que a diferenciação entre essas operações pode ser explicitada em ambientes computacionais, embora não se manifeste em todas as formas de interação com o sistema.

Do ponto de vista epistemológico, essa constatação possui implicações relevantes. Não se trata de questionar a matemática envolvida, mas de reconhecer que diferentes formas de



## REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

A CEGUEIRA DE L'HÔPITAL NO EXCEL: O COLAPSO COMPUTACIONAL ENTRE INDETERMINAÇÃO (0/0) E DIVISÃO NÃO DEFINIDA (A/0) E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA GLOBAL  
Rafael Alberto Gonçalves

representação podem tornar mais ou menos visíveis propriedades conceituais fundamentais. Nesse sentido, a representação computacional deixa de ser neutra, influenciando a forma como conceitos são interpretados.

Quando operações conceitualmente distintas são apresentadas por uma mesma saída, pode-se induzir implicitamente uma equivalência conceitual inexistente. No caso analisado, a apresentação uniforme dessas expressões no ambiente de célula do Excel pode dificultar a compreensão da diferença entre indeterminação e não definição.

Essa questão assume particular relevância em contextos educacionais. A distinção entre essas expressões é central para a compreensão de conceitos da análise matemática, especialmente no estudo de limites e continuidade (Apostol, 1974; Spivak, 1994). Quando essa diferença não se torna visível nos ambientes utilizados pelos estudantes, há risco de comprometimento da compreensão conceitual.

Estudos em educação matemática indicam que tecnologias digitais atuam como mediadoras do processo de construção do conhecimento (Hoyles; Lagrange, 2010; Niess, 2012). A forma como resultados são apresentados pode influenciar diretamente a interpretação dos conceitos envolvidos, reforçando a necessidade de análise crítica das representações adotadas.

Nesse contexto, a função personalizada proposta neste estudo demonstra que o próprio ambiente de planilha pode ser utilizado para explicitar essas distinções. Ao tornar visível a diferença entre indeterminação e não definição, amplia-se o potencial de exploração conceitual em ambientes digitais.

Em síntese, os resultados indicam que a forma de representação adotada por sistemas computacionais pode influenciar a compreensão de conceitos matemáticos fundamentais. Quando essas ferramentas participam da mediação inicial entre o educando e a teoria, sua estrutura de apresentação passa a assumir também uma dimensão epistemológica.

Como perspectiva de continuidade, investigações futuras podem ampliar essa análise para outros ambientes computacionais e linguagens de programação, examinando em que medida diferentes sistemas preservam distinções matemáticas fundamentais. Além disso, estudos empíricos em contextos educacionais podem contribuir para compreender como essas representações impactam efetivamente a aprendizagem, especialmente em situações nas quais ferramentas digitais desempenham papel central na mediação do conhecimento.

### REFERÊNCIAS

APOSTOL, Tom M. **Calculus**: one-variable calculus, with an introduction to linear algebra. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1974.



## REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

A CEGUEIRA DE L'HÔPITAL NO EXCEL: O COLAPSO COMPUTACIONAL ENTRE INDETERMINAÇÃO (0/0) E DIVISÃO NÃO DEFINIDA (A/0) E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA GLOBAL  
Rafael Alberto Gonçalves

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.

BORBA, Marcelo de Carvalho; VILLARREAL, Monica. **Humans-with-media and the reorganization of mathematical thinking**: information and communication technologies, modeling, visualization and experimentation. New York: Springer, 2005.

DRIJVERS, Paul et al. Digital tools in mathematics education: a critical review. **Mathematics Education Research Journal**, Dordrecht, v. 25, n. 4, p. 627–640, 2013.

DUVAL, Raymond. Registers of semiotic representation and the cognitive functioning of mathematical thinking. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v. 41, n. 1, p. 37–65, 1999.

GONÇALVES, Rafael Alberto. 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.

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

GONÇALVES, Rafael Alberto; MARTIM, Robert F. **Série ao extremo**: programando o Excel com VBA – do básico até banco de dados e APIs do Windows. Juatuba, MG: Instituto Alpha Educação a Distância e Editora, 2018.

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

HOYLES, Celia; NOSS, Richard. What can digital technologies take from and bring to research in mathematics education? *In*: BISHOP, Alan et al. **Second international handbook of mathematics education**. Dordrecht: Springer, 2003. p. 323–349.

KILPATRICK, Jeremy; SWAFFORD, Jane; FINDELL, Bradford (ed.). **Adding it up**: helping children learn mathematics. Washington, DC: National Academy Press, 2001.

MORENO-ARMELLA, Luis; HOYLES, Celia. From static to dynamic mathematics: historical and representational perspectives. **Educational Studies in Mathematics**, Dordrecht, v. 103, n. 2, p. 135–156, 2020.

NIESS, Margaret L. **Preparing teachers to teach science and mathematics with technology**: developing a technology pedagogical content knowledge. Hershey: IGI Global, 2012.

PAPERT, Seymour. **Mindstorms**: children, computers, and powerful ideas. New York: Basic Books, 1980.

SCHOENFELD, Alan H. **Mathematical problem solving**. Orlando: Academic Press, 1985.

SPIVAK, Michael. **Calculus**. 3. ed. Houston: Publish or Perish, 1994.

TRIGUEROS, María; BORBA, Marcelo de Carvalho. The use of digital technology in the teaching and learning of mathematics. **ZDM Mathematics Education**, Berlin, v. 54, n. 5, p. 1021–1035, 202