

Ernane Rosa Martins
(organizador)

CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

e tecnologias digitais

CONTRIBUIÇÕES
NA SOLUÇÃO
DE PROBLEMAS



PLANILHAS ELETRÔNICAS DE CÁLCULO: INCONSISTÊNCIAS, ERROS E DIVERGÊNCIAS

Jonas de Medeiros¹²

Rafael Alberto Gonçalves¹³

INTRODUÇÃO

Inicialmente, é preciso destacar que o estudo do qual se origina este capítulo é um continuum dos trabalhos dos autores ao longo de suas respectivas carreiras docentes, onde puderam constatar, através da práxis pedagógica, inúmeros erros e inconsistências quanto à lógica matemática incorporada em planilhas eletrônicas de cálculo. Essas inconsistências foram, ao longo de mais de 10 anos, publicadas em artigos científicos e livros relacionados às tecnologias da informação e comunicação, em especial na relação íntima entre a educação e a tecnologia em nosso atual contexto de sociedade, onde a dependência humana com relação a tecnologia beira o visceral. Entretanto, é importante compreender que:

Ao se abordar a tecnologia da informação, é comum que acadêmicos e mesmo profissionais de mercado, tenham o costume de se referir a sistemas como dotados de inteligência, sejam eles informatizados (como é o caso de alguns softwares) ou não. Este é um equívoco comum, visto que sistemas computacionais se baseiam em lógica, ou seja, cálculos matemáticos que conferem testes baseados em probabilidades que advém de equações, algoritmos e expressões aritméticas que, por mais complexas que possam parecer apenas simulam aquilo que se conhece por inteligência. (MEDEIROS e GONÇALVES, 2018, p. 51)

E é nesse contexto que Medeiros e Gonçalves (2018) discutem olhares sobre o uso não crítico de sistemas complexos que

¹² Mestre em Educação pela Universidade da Região de Joinville - UNIVILLE. Professor Universitário - E-mail: jonasdemedeiros@gmail.com.

¹³ Mestre em Ciências Naturais e Matemática pela Universidade Regional de Blumenau - FURB. Professor Universitário. E-mail: rafaelexcel@gmail.com.

simulam aquilo que muitos confundem por inteligência, onde o presente capítulo se desenvolve em torno da importância de cálculos e projeções matemáticas confiáveis, pois dessa confiança que advém sua aplicação cotidiana simplificada, ou mesmo sua aplicação em grandes mercados econômico-financeiros ou ainda em aplicações de cunho militar e estratégico para governos e entidades de segurança.

Essas aplicações em diversos segmentos reforçam a necessidade de confiabilidade nos resultados, não apenas por questões de planejamento ou aferição de conceitos, mas principalmente por conta de que as consequências de uma projeção errônea pode vir a causar impactos em toda sociedade moderna, a qual depende fortemente de recursos tecnológicos. (MEDEIROS e GONÇALVES, 2018, p. 52)

E é nesse continuum que se desenvolvem os estudos, projetos e publicações dos autores deste capítulo, os quais apresentam inconsistências, fragilidades e demais erros lógicos e matemáticos em planilhas eletrônicas e seus possíveis impactos, tanto no mercado quanto na sociedade.

Destaca-se que com relação aos impactos dos erros, inconsistências e desconformidades que serão apresentados para este trabalho, tanto para com operações envolvendo potenciação, como para com conflitos de resultados entre diferentes ferramentas disponíveis no mercado. Para tanto:

Seguindo os parâmetros éticos para com uma pesquisa acadêmica e antes da publicação dos resultados deste estudo, foi tentado noticiar aos desenvolvedores das aplicações testadas as inconsistências, fragilidades e não conformidades por inúmeras vezes, porém sem sucesso. (MEDEIROS e GONÇALVES, 2018, p. 69)

Dessa forma, não serão expostas neste capítulo as marcas ou os desenvolvedores das planilhas eletrônicas de cálculo testadas, contudo é preciso salientar que por questões éticas, todos os desenvolvedores das ferramentas utilizadas no estudo foram devidamente notificados quanto aos erros identificados, entretanto, ainda não foi possível perceber quaisquer correções em suas aplicações.

DIVERGÊNCIAS E ERROS ENTRE PLANILHAS ELETRÔNICAS DE CÁLCULO

Com o passar do tempo, durante o preparo de conteúdos didáticos para aplicação em sala de aula de cursos de nível profissional e tecnológico (técnico de nível médio, graduação e pós-graduação) junto às disciplinas focadas em gestão estratégica, matemática financeira, estatística e ferramentas e estratégias de gestão, foi possível observar que, ao se aplicarem cálculos simples em planilhas eletrônicas, algumas vezes ocorriam erros lógicos que, sem uma formação consistente nos princípios matemáticos clássicos não seriam notados. E foi através de um diálogo multi, pluri, trans e interdisciplinar envolvendo disciplinas técnicas e de gestão que os impactos e consequências desses erros começaram a ser fomentados pelos autores ao ponto de motivar um projeto contínuo envolto na identificação, catalogação e disseminação dessas inconsistências, as quais em um nível estratégico podem direcionar empreendimentos a cenários preocupantes.

Muitos dos cálculos envolvendo conjuntos, expressões como moda e modal, bem como na tradução de modelos matemáticos simples para as expressões adotadas em planilhas eletrônicas, tem se mostrado de forma inconsistente, gerando assim resultados errados, ou melhor, resultados falsos frente ao esperado. Estes resultados podem parecer insignificantes, ou singelos, mas se observados em escalas maiores, como por exemplo aplicações de modelos matemáticos das bolsas de valores ao redor do mundo, poderiam provocar verdadeiros colapsos econômicos, condenando a sociedade a um retrocesso colossal, como por exemplo a grande depressão dos anos de 1920 nos Estados Unidos da América, a bolha imobiliária de 2008 na Europa, eventos esses que ainda tem suas consequências vivenciadas atualmente no Brasil. (MEDEIROS e GONÇALVES, 2018, p. 55)

Para este estudo em particular, os autores focam este recorte de seus estudos em operações matemáticas envolvendo potências, para tanto, inicialmente é preciso rememorar que de acordo com as propriedades resolutivas para equações compostas, a adoção dos parênteses como elementos ordenadores da sequência de prioridade na execução matemática de quaisquer

fórmulas, ou algoritmos, independente destes envolverem ou não as propriedades da potenciação dar-se-á como fator, ou ainda, como regra a ser adotada para que, resoluções cuja ordenação possa interferir no resultado, garantam um cálculo não apenas correto, mas também fidedigno com suas propriedades lógicas.

Os parênteses são usados em todas as áreas da matemática, por isso aprender a usá-los corretamente é essencial para calcular melhor. Quando fazemos operações entre os números, os parênteses determinam a ordem e a prioridade de uns sobre os outros. (GCF Global, 2020, Web)

A partir deste entendimento, quanto ao uso dos parênteses, comprehende-se que existe uma ordenação quanto a resolução de elementos matemáticos os quais, independem da presença ou não dos próprios parênteses. Dessa forma, o ordenamento sequencial, deve ocorrer para resolução correta e, quando não explicitamente exposto, qualquer sistema confiável deve, de forma autônoma, incluí-lo para se chegar a um resultado satisfatório. Salienta-se ainda que:

Nas expressões numéricas, as potências e raízes quadradas são efetuadas antes das multiplicações e divisões, e essas, antes das adições e subtrações. Além disso, devem ser respeitados os parênteses, colchetes e chaves. (CENTURIÓN e JAKUBOVIC, 2015, p. 40)

Entretanto, é possível observar a partir dos exemplos a seguir que, em diferentes planilhas eletrônicas de cálculo disponíveis no mercado, não apenas há divergências quanto a forma de execução de cálculos matemáticos complexos, como ainda existem divergências entre as formas e fórmulas teóricas adotadas pelos mesmos sistemas para resolução destas equações matemáticas.

Neste exemplo (Figura 01), tem-se a equação envolvendo potência sobre potência, a qual é possível observar que, na expressão “2” elevado a potência de “3” elevado a potência de “2”, já na primeira planilha eletrônica de cálculo observada, identificou-se a ocorrência do primeiro erro conceitual, se o usuário digita ou não os parênteses, a fórmula matemática correta obrigaria na adoção de uma sequência lógica, para se calcular primeiramente a potência de “3” elevado a “2”, para então se calcular a potência de “2” elevado ao seu resultado.

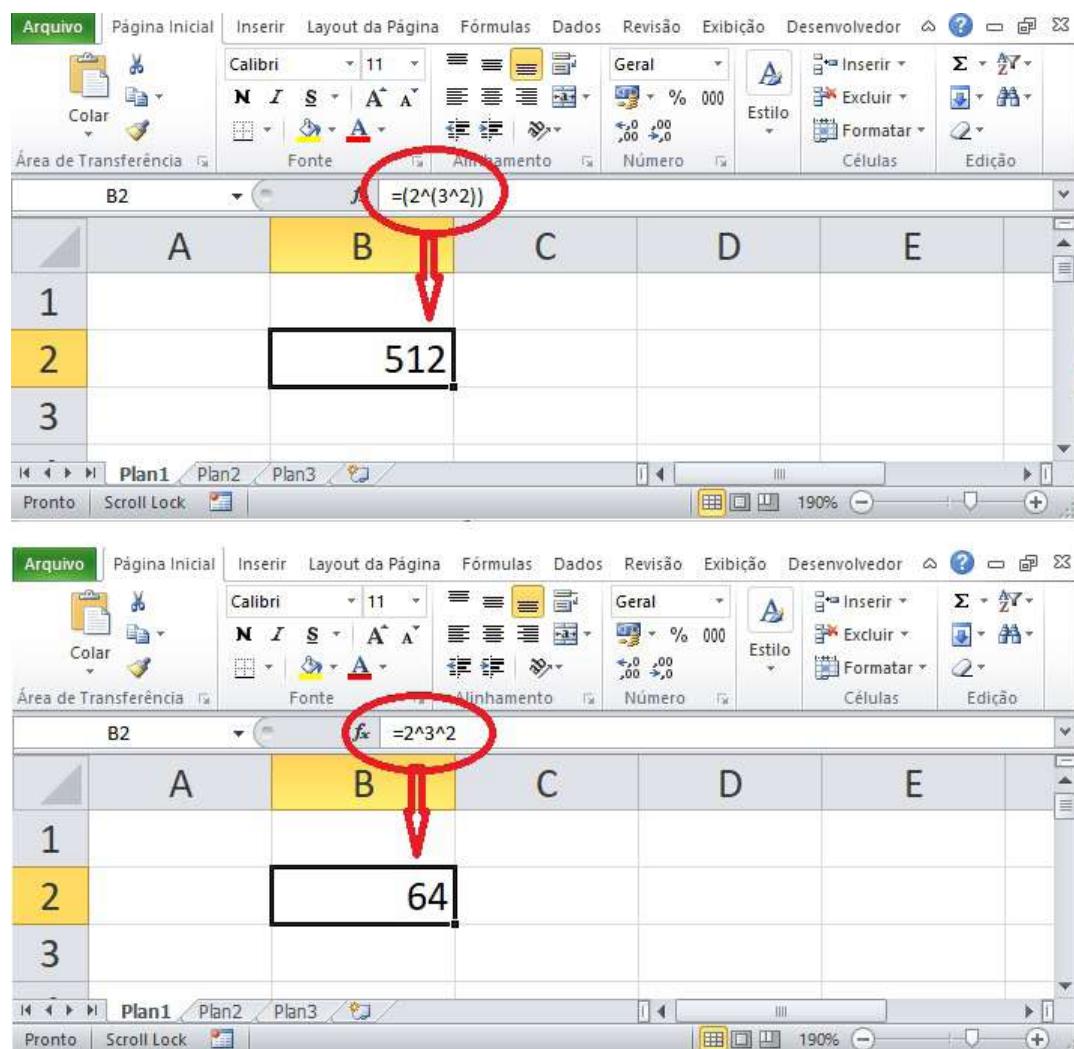
Figura 1 – Equação $= (2^3)^2$ - Aplicativo 01

A screenshot of Microsoft Excel showing a spreadsheet with three rows and five columns labeled A through E. Row 1 contains the number 1 in cell A1. Row 2 contains the formula $= (2^{3^2})$ in cell B2, with a red circle and arrow highlighting it. The result, 512, is displayed in cell B2. Row 3 contains the number 3 in cell A3.

A screenshot of Microsoft Excel showing a spreadsheet with three rows and five columns labeled A through E. Row 1 contains the number 1 in cell A1. Row 2 contains the formula $=2^3^2$ in cell B2, with a red circle and arrow highlighting it. The result, 64, is displayed in cell B2. Row 3 contains the number 3 in cell A3.

Fonte: Elaborado pelos autores

Entretanto, como pode ser observado na mesma planilha (Figura 02), ao serem retirados os parênteses da equação, o aplicativo 01 entende erroneamente que se tratam de cálculos diferentes e, portanto, com resultados diferentes ao ser calculada a expressão com e sem os parênteses. Ou seja, no primeiro caso (Figura 01 com parênteses) a expressão “ $2^{(3^2)}$ ” possui o resultado correto de “512” e a expressão “ 2^3^2 ” (Figura 02 sem parênteses) apresenta o resultado como sendo “64”, o que é um erro conceitual, visto que a existência ou não dos parênteses não altera a ordem de resolução da equação.

Figura 2 – Equação = 2^3^2 - Aplicativo 01


Top Screenshot (Incorrect Result):

| | | | | | |
|---|---|-----|---|---|---|
| | A | B | C | D | E |
| 1 | | | | | |
| 2 | | 512 | | | |
| 3 | | | | | |

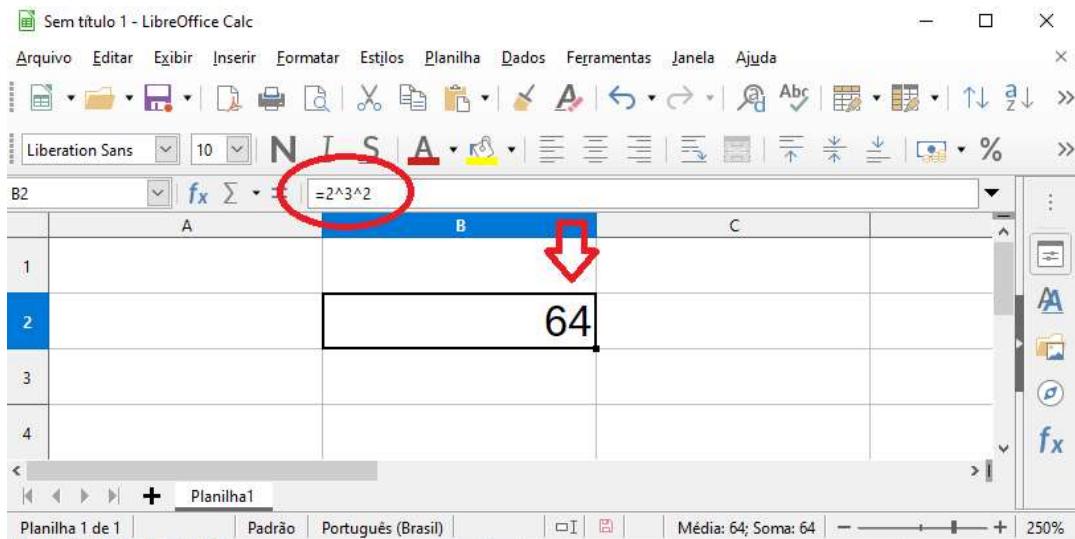
Bottom Screenshot (Correct Result):

| | | | | | |
|---|---|----|---|---|---|
| | A | B | C | D | E |
| 1 | | | | | |
| 2 | | 64 | | | |
| 3 | | | | | |

Fonte: Elaborado pelos autores

Esse mesmo erro conceitual foi identificado no segundo aplicativo, essa nova ferramenta observada (conforme destaque nas Figuras 2 e 3), demonstra uma tendência lógica na forma com que as planilhas eletrônicas de cálculo tratam operações compostas, em especial no ordenamento lógico para resolução dos cálculos propostos.

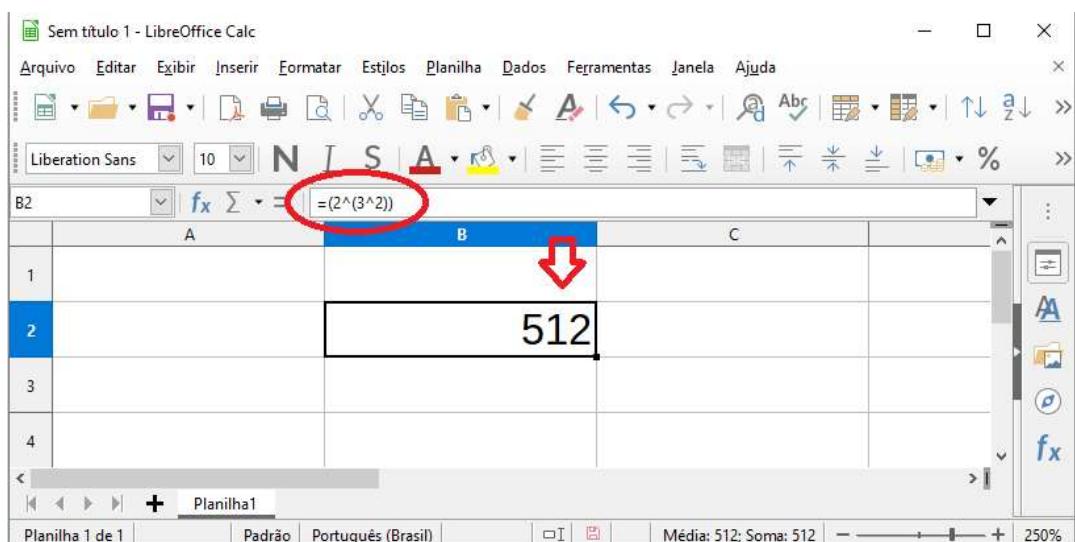
Figura 3 – Equação = 2^3^2 - Aplicativo 02



Fonte: Elaborado pelos autores

Reforça-se conceitualmente que a existência ou não dos parênteses em uma equação tem por finalidade o isolamento e a ordenação para a execução dos cálculos, sendo um facilitador do cálculo, conforme já definido por Centurión e Jakubovic (2015) e reforçado pela GCF Global (2020) em suas publicações técnicas.

Figura 4 – Equação =(2^(3^2)) - Aplicativo 02

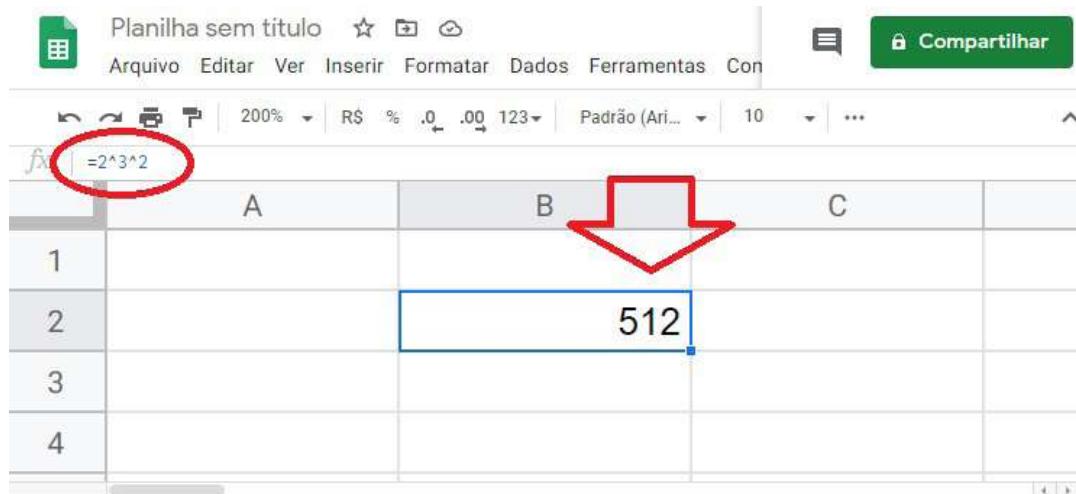


Fonte: Elaborado pelos autores

É preciso destacar que o erro identificado não se apresentou no terceiro aplicativo testado (conforme destaque nas Figuras

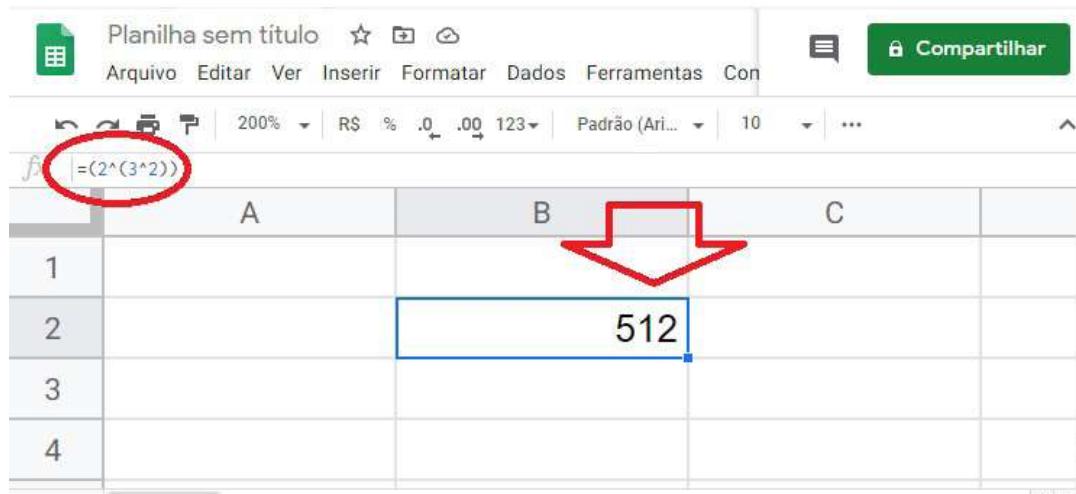
05 e 06), o qual comprovou não apenas o erro, como também apresenta uma diferença significativa nas ferramentas disponíveis no mercado que, mesmo compartilhando bases teórico-tecnológicas semelhantes, às planilhas eletrônicas de cálculo testadas (Aplicativos 01, 02 e 03) possuem núcleos distintos de operação lógica e matemática (cálculos).

Figura 5 – Equação $=2^{(3^2)}$ - Aplicativo 03



A screenshot of a Microsoft Excel spreadsheet titled "Planilha sem título". The formula $=2^3^2$ is entered in cell A1. The result, 512, is displayed in cell B2. Red arrows highlight the formula bar and the value in cell B2.

| | A | B | C |
|---|---|-----|---|
| 1 | | | |
| 2 | | 512 | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |



A screenshot of a Microsoft Excel spreadsheet titled "Planilha sem título". The formula $=(2^{(3^2)})$ is entered in cell A1. The result, 512, is displayed in cell B2. Red arrows highlight the formula bar and the value in cell B2.

| | A | B | C |
|---|---|-----|---|
| 1 | | | |
| 2 | | 512 | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |

Fonte: Elaborado pelos autores

Nestes casos apresentados, tanto as expressões " 2^3^2 " (Figura 06) quanto " $2^{(3^2)}$ ", possuem o resultado de "512", o qual não apenas está correto (partindo-se de uma lógica matemática) como comprova a aplicação de teorias condizentes com as realidades ora estudadas, quanto a prioridade e sequência corretas na execução de expressões complexas.

Figura 6 – Equação =2^3^2 - Aplicativo 03

The screenshot shows two identical Google Sheets interfaces. Both have a green header bar with the title "Planilha sem título", standard menu options (Arquivo, Editar, Ver, Inserir, Formatar, Dados, Ferramentas, Compartilhar), and a toolbar below it.

Top Example:

- Cell A1 contains the formula $=2^3^2$, which is highlighted with a red oval.
- Cell B2 contains the result 512, which is highlighted with a blue box and has a red arrow pointing down to it.
- Cells A2 through A4 are empty.

Bottom Example:

- Cell A1 contains the formula $=(2^(3^2))$, which is highlighted with a red oval.
- Cell B2 contains the result 512, which is highlighted with a blue box and has a red arrow pointing down to it.
- Cells A2 through A4 are empty.

In both cases, the formula calculates $(2^3)^2 = 8^2 = 64$ for the top example and $2^{(3^2)} = 2^{(3 \cdot 3)} = 2^9 = 512$ for the bottom example.

Fonte: Elaborado pelos autores

É preciso destacar que o trabalho dos autores quanto a identificação e monitoramento de falhas, inconsistências, erros matemáticos e erros lógicos em planilhas eletrônicas de cálculo é contínuo e permanente o que apresenta um cenário ainda mais preocupante. Porque, apesar de seus desenvolvedores já estarem cientes e notificados, inúmeros erros identificados nas planilhas eletrônicas de cálculo, permanecem presentes com o passar das atualizações e versões dos softwares disponíveis no mercado?

Através dos exemplos demonstrados, e consequentemente das inconsistências ali presentes, observa-se que, além de não transferir confiança com relação às tecnologias comercializadas, estas ferramentas, bem como tantas outras, não garantem a inexistência de erros fundamentais, podendo até existirem erros com gravidade superior as propostas neste capítulo, estas falhas

estruturais com relação aos fundamentos matemáticos e lógicos se apresentam ocultos nos mesmos sistemas informatizados, sendo possível sua identificação apenas por indivíduos que tem fundamentos e saberes específicos, neste caso, conhecimentos lógicos e matemáticos os quais denunciam as respectivas não conformidades. (MEDEIROS e GONÇALVES, 2018, p. 57)

Nesse sentido, rememora-se através dos estudos de Gonçalves e Medeiros (2015) a existência de outros erros em planilhas eletrônicas de cálculo persistem através das versões e atualizações, bem como o tratamento expressões matemáticas distintas como se fossem iguais (o famoso caso do “ $-2^2 \neq (-2)^2$ ”). Esses erros podem ser observados na aplicação das expressões “ -2^2 ” e “ $(-2)^2$ ” em uma planilha eletrônica de cálculo. Destaca-se que a expressão “ -2^2 ” é diferente em essência da expressão “ $(-2)^2$ ”, portanto, com resultados diferentes, mas que nas planilhas são tratadas como sendo a mesma expressão matemática o que em essência é o oposto do apresentado nas expressões “ 2^3^2 ” e “ $2^{(3^2)}$ ” discutida neste capítulo e que são a mesma expressão matemática e, portanto, possuem o mesmo resultado, pois no caso “ $-2^2 \neq (-2)^2$ ” a existência dos parênteses altera o resultado justamente por definir nova ordem na sequência de cálculo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Distinguir entre expressões lógicas, matemáticas ou aritméticas distintas, saber a fonte e a aplicação de determinados tipos de dados em um ambiente simulado, saber a construção correta de fórmulas e cálculos são conceitos que permitem ao usuário a correta aferição dos dados apresentados por ferramentas e aplicações que muitos consideram ser confiáveis, ou melhor, necessitam que sejam confiáveis. Entretanto, cada vez mais se observa a dependência, cada vez maior, de sistemas e ferramentas cujo objetivo inicial é o suporte e o desenvolvimento sócio-tecnológico para com nosso estilo de vida.

Compreendendo esta base conceitual, é possível observar a presença da tecnologia permeando a sociedade contemporânea em inúmeras situações, seja na prótese que devolve o movimento a um amputado, ou nos mecanismos urbanísticos

adotados para infraestrutura dos municípios brasileiros tais como transporte, segurança, lazer, água, luz e saneamento, ou ainda, aquela tecnologia incorporada a concepção de um avião o qual permite o deslocamento entre continentes em um curto espaço de tempo, tudo isso é tido conceitualmente como tecnologia, devendo apenas se entender que estas tecnologias não necessariamente precisam ser inovadoras, ciberneticas, digitais ou mesmo futuristas, basta que tenham em sua concepção o provimento ou a ampliação de uma necessidade. (MEDEIROS, 2017, p. 115)

Estamos cada vez mais dependentes tecnologicamente de empresas desenvolvedoras de sistemas e aplicações que nos facilitem o cotidiano, dispensando-nos da necessidade de determinadas habilidades ou de raciocínios complexos, para que a sociedade possa se dedicar a outros fatores com mais tempo e atenção. Entretanto, a ausência de necessidade no desenvolvimento dessas habilidades “dispensáveis” é justamente o que acarreta a dependência tecnológica citada. Tanto que as falhas lógicas, erros e inconsistências que tem se apresentado na lida com as planilhas eletrônicas de cálculo são em síntese primários, ou seja, tratam-se de conhecimentos básicos adquiridos na formação tradicional, como por exemplo no caso de operações envolvendo potências e o uso de parênteses, as quais são, ou deveriam ser, desenvolvidas nos conteúdos programáticos da 7^a série escolar, na disciplina de matemática (GONÇALVES e MEDEIROS, 2019).

Dessa forma, por se tratarem de conhecimentos lógicos básicos, envolvendo operações matemáticas que permeiam desde as mais simples operações em planilhas eletrônicas até os mais complexos sistemas de tratamento, refinamento e depuração de dados, em especial os estatísticos, os logísticos e os contábeis, é possível vislumbrar as consequências que esse tipo de inconsistência lógica poderia causar em uma sociedade deliberadamente dependente dos fatores tecnológicos.

Conforme já citado, este capítulo é um continuum dos estudos e pesquisas dos autores para com o tema “fragilidades, inconsistências e erros envolvendo planilhas eletrônicas de cálculo”, portanto, não limita-se o olhar para com os possí-

veis impactos socioeconômicos apenas com base nos exemplos ora apresentados, visto que neste recorte, por sua limitação de conteúdo, não foi possível se explorar em profundidade cada elemento identificado como erro. Contudo, já é possível se vislumbrar que esses elementos são potencialmente danosos ao emprego dessas ferramentas em nível estratégico, haja visto o risco de operações fundamentais não comportarem determinados cálculos e os usuários não estarem devidamente habilitados a identificar, corrigir ou contornar esses erros em prol de um resultado real, fidedigno e útil a gestão.

Afirma-se que não é intenção dos autores o descrédito ou o ataque a determinada ferramenta em detrimento de outra mais robusta, trata-se de um alerta para que empresas desenvolvedoras tenham um olhar mais criterioso, cuidadoso e fundamentado para com questões envolvendo operações matemáticas fundamentais, bem como é necessário rever a formação de inúmeros usuários que, diante da colossal dependência tecnológica, não mais possuem conhecimentos, habilidades ou mesmo atitudes mínimas para serem protagonistas das soluções necessárias a esta questão. Afinal, quanto mais dependente se tornar um usuário, mais confiança no resultado apresentado ele terá, não se importando se ele está correto ou não, visto que para quem apenas conhece o errado o certo lhe é duvidoso.

Mas nem tudo é crítica, neste trabalho foi possível observar ainda que das três aplicações testadas com características e finalidades idênticas, uma delas já trouxe ao menos um dos erros corrigido, fator esse que no histórico de pesquisas dos autores ainda não havia ocorrido, o que demonstra por parte da empresa uma preocupação inicial, já a diferenciando das demais com relação às planilhas eletrônicas de cálculo.

Fica assim o convite a reflexão, se erros primários como esses estão ocorrendo em nossas aplicações e não estamos conseguindo identificá-los, onde está a maior falha do sistema? Será que está na aplicação desenvolvida equivocadamente ou está no usuário que depende exclusivamente da aplicação e não mais possui senso crítico para aferir resultados, mesmo que aleatoriamente e por amostragem?

REFERÊNCIAS

CENTURIÓN, Marília; JAKUBOVIC, José. **Matemática nos dias de hoje, 7º ano:** na medida certa. 1º ed. São Paulo: Leya, 2015.

GCF Global. **O uso dos parêntesis.** Disponível em: <<https://edu.gcfglobal.org/pt/somar-e-subtrair/o-uso-dos-parentesis/1/>> Acesso em 16 de junho de 2020.

GONÇALVES, Rafael Alberto; MEDEIROS, Jonas de. **O ensino da matemática na contemporaneidade e o impacto das planilhas eletrônicas de cálculo.** In: Anais do XII Congresso Nacional de Educação – EDUCERE. Curitiba: PUC/EDUCERE. 2015. ISSN 2176-1396

GONÇALVES, Rafael Alberto; MEDEIROS, Jonas de. **CAPÍTULO 14: O Ensino da Matemática na Contemporaneidade e o Impacto das Planilhas Eletrônicas de Cálculo.** In: **Educação no Século XXI - Vol. 14 - Matemática.** Belo Horizonte - MG: Editora Poisson. 2019, p. 119 - 126.

MEDEIROS, Jonas de. **A Concepção Tecnológica em Ambiente Acadêmico.** In: **Tecnologia, Currículo e Formação de Professores no Mercosul-Conesul.** Curitiba: Editora CRV. 2017. Páginas 113 à 132.

MEDEIROS, Jonas de; GONÇALVES, Rafael Alberto. **Aplicações Tecnológicas em Ambiente Acadêmico: Um Olhar Sobre O Uso De Planilhas Eletrônicas E Seus Impactos Sócio-mercadológicos.** In: CARRARA, Rosangela Martins (Org.); ORTH, Miguel Alfredo (Org.). **Educação e Tecnologia na América Latina.** 1 ed. Florianópolis, SC: Contexto Digital Tecnologia Educacional, 2018.