

TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

desafios e perspectivas
na integração academia e mercado



Jonas de Medeiros
Rafael Alberto Gonçalves
Organizadores



Entretanto, para com as células seguintes, essa regra é descon-siderada, provocando um erro acumulativo. Observe nas células (B4 e C4) que contém o cálculo $=1*(0,9-0,8-0,1)$ e em sua prova real, as células (B5 e C5) que contém o cálculo $=(0,9-0,8-0,1)$. Em ambos os casos o resultado matemático correto seria Zero (0) como no caso anterior, visto que $(0,9-0,8-0,1)$ indiferente a ordem adotada nas subtrações dentro dos parênteses é Zero (0) independente ao número de casas consideradas após a vírgula, contudo, as planilhas eletrônicas de cálculo disponíveis atualmente desvirtuam esse processo, gerando o resultado falso positivo de Zero (0) quando observado até o limite de 16 casas decimais após a vírgula, porém, ao se expandir até o limite de 30 casas decimais o falso positivo é revelado em um resultado aleatório perigoso em virtude de sua pseudo-ocultação, afinal, quem iria verificar resultados no limite de 30 casas decimais após a vírgula? bem, sistemas complexos dos quais nossa sociedade contemporânea depende sim, usam essa variação. Retornando ao resultado dessa operação aritmética pela planilha eletrônica de cálculo, o mesmo é 0,000000000000000027755575615629, uma variação ínfima mas que deve despertar relativa preocupação em nosso contexto de sociedade.

Para se conceber adequadamente as eventuais consequências, ou mesmo os efeitos desse tipo de erro, o qual poderia ser considerado insignificante isoladamente, faz-se necessário evocar o conceito central da notória teoria referenciada como “**efeito borboleta**”, a qual discute a resultante para análise de variáveis a partir de microvetores. Em breve síntese, o Efeito Borboleta é um termo presente na Teoria do Caos, o qual refere-se a dependência às condições iniciais em cálculos complexos, sendo fruto das pesquisas de Edward Lorenz que lhe deu o nome conceitual de Efeito Borboleta com base na analogia metafórica utilizada para explicar a teoria de forma mais compreensível a qualquer cidadão.

Essa analogia metafórica ilustra a noção de que o bater das asas de uma borboleta em um extremo do planeta poderia vir a provocar um furacão (ou tornado dependendo do narrador) do outro lado extremo do planeta em um intervalo de tempo de poucas semanas.

De forma mais detalhada, considerando-se os limites de aprofundamento que este recorte de pesquisa permite, o Efeito Borboleta foi identificado após a realização de simulações meteorológicas, nas quais os resultados obtidos em uma simulação, ao serem testados novamente, geram um resultado totalmente inesperado, ao invés da esperada repetição dos efeitos simulados.

Durante os anos 60, Edward Lorenz foi um meteorologista contratado pelo MIT em um projeto para simular padrões do tempo em computadores. Lorenz descobriu que pequenas 3 mudanças em um par de variáveis do seu modelo produziam efeitos tremendamente desproporcionais. Para pequenos períodos de tempo elas mal faziam diferença, mas extrapolando-se para uma semana ou um mês, as mudanças produziam padrões inteiramente diferentes. Esta descoberta colocou em cheque o princípio de causa e efeito, pelo qual dois eventos seriam dependentes em magnitude. Lorenz chamou sua descoberta de “efeito borboleta” ou teoria SDIC (Sensitive Dependence on Initial Conditions), tirado do título de seu artigo publicado em 1979. (ALVES, 2007, p. 3)

Esse resultado ocorreu em virtude das simulações meteorológicas realizadas necessitarem serem refeitas, objetivando-se recriar o resultado obtido, onde, ao invés de se refazerem os testes do zero, Lorenz decidiu por retomar os passos já feitos, encurtando o caminho da pesquisa ao se reaproveitar alguns de seus dados de etapas anteriores como pontos da variável, ocorre que, ao se fazer isso, mesmo que os parâmetros iniciais fossem os mesmos, os resultados foram totalmente diferentes. Após algum tempo, descobriu-se que os dados dos cartões perfurados utilizados para as equações tinham apenas três (3) casas decimais enquanto que o computador trabalha com seis (6) casas decimais. Esses três dígitos ocultos no cálculo e que não eram considerados pelo observador foram responsáveis pela imprevisibilidade do sistema visto que cada etapa dependia dos resultados da etapa anterior em um efeito somatório (popularmente chamado de efeito bola de neve). Não foi preciso muito tempo para que Lorenz

entendesse que o ocorrido aplicava-se a qualquer sistema e que seus resultados variam de impacto de acordo com o tempo e o volume ao qual as equações eram submetidas. Sendo que o conceito descoberto com o Efeito Borboleta tornou-se uma das bases para o que se conhece atualmente como Teoria do Caos (ou processo Estocástico). Alves (2007) explora ainda que esse tipo de efeito tende:

No caso de sistemas complexos pode-se estar na presença de influências contrabalanceadoras: realimentação positiva que tende a reforçar as mudanças iniciais e incrementar a instabilidade e realimentação negativa que amortecem as mudanças originais e tendem a incrementar a estabilidade. (ALVES, 2007, p. 4)

Tornando assim, os resultados de qualquer predição estatística tão assustadoramente imprevisíveis que se colocados em contexto social real, um erro de cálculo como o demonstrado na Figura 1 poderia facilmente ser a diferença entre o sucesso ou o fracasso de qualquer instituição dependente tecnologicamente de cálculos complexos demais para serem aferidos pelo ser humano.

OUTRAS INCONSISTÊNCIAS IDENTIFICADAS

Medeiros e Gonçalves (2017) identificaram em suas pesquisas, inúmeras inconsistências no uso de planilhas eletrônicas de cálculo, provenientes da atividade docente ininterrupta e da atividade mercadológica com a adoção de análises matemáticas, estatísticas e financeiras as quais também são conteúdo protocolar na formação profissional. Dentre esses elementos identificados destacam-se:

AS DIVERGÊNCIAS DE RESULTADOS COM POTÊNCIAS

Neste erro envolvendo operações matemáticas com potências e que será apresentado mais detalhadamente a seguir, deve-se considerar que, de acordo com as propriedades resolutivas impostas para realização de equações compostas, a adoção de parênteses como ordenadores da sequência de execução das fórmulas, ou dos

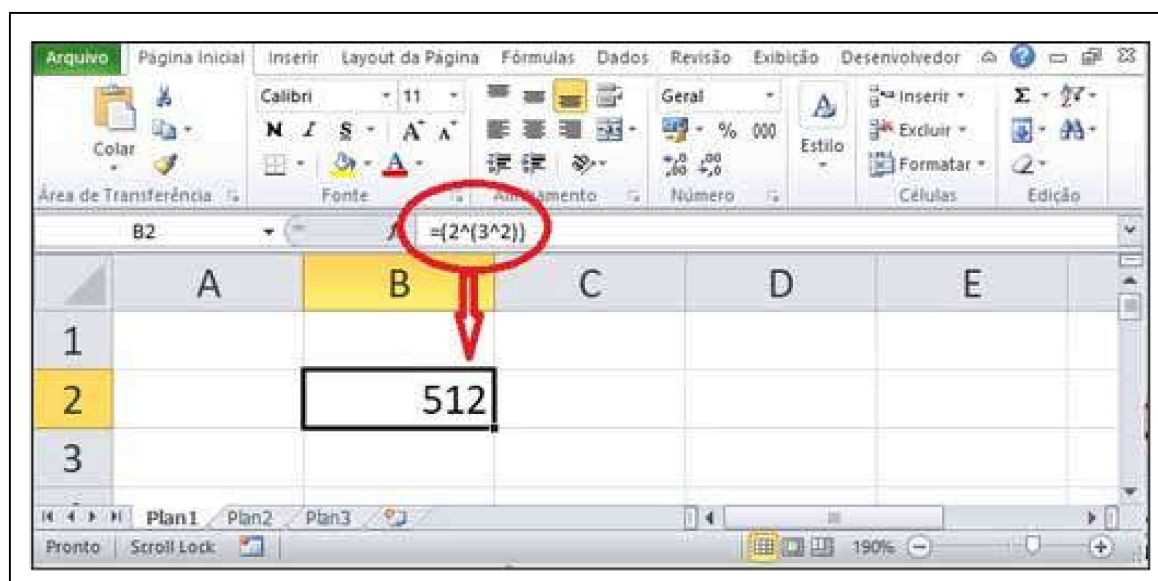
algoritmos (MEDEIROS e GONÇALVES, 2020). Ocorre que, além das planilhas eletrônicas de cálculo observadas não tratarem as operações adequadamente, divergiram entre si, provocando um erro não apenas catastrófico, mas também um conflito na base, de acordo com a aplicação em execução.

[...] 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 (MEDEIROS e GONÇALVES, 2020, p. 75)

Neste caso em destaque, a equação envolve cálculo de potência sobre potência onde, na expressão “2” elevado a potência de “3” elevado a potência de “2” identificou-se a ocorrência de erro conceitual, visto que se o usuário digita ou não os parênteses, a resolução da equação de forma correta obrigaria o sistema a adotar sequência lógica em que primeiramente se calcula a potência de “3” elevado a “2”, para após calcular a potência de “2” elevado ao resultado.

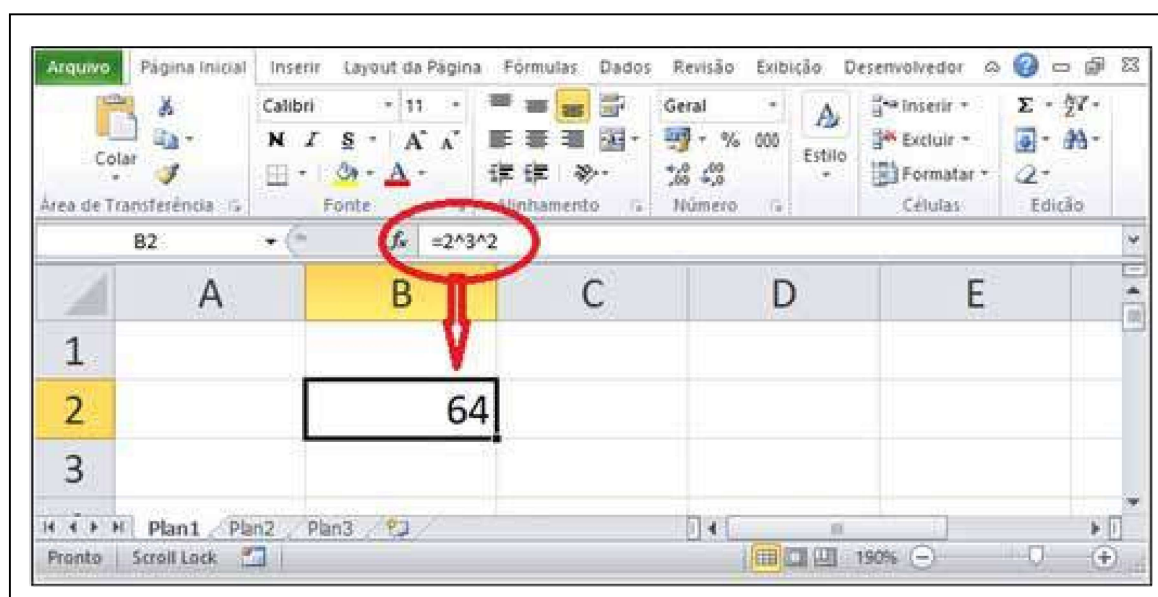
Entretanto, como observado nas Figuras 02 e 03, os resultados que deveriam ser idênticos, apresentam-se diferentes no primeiro aplicativo testado (chamado neste trabalho de Aplicativo 01). O mesmo erro apresentou-se no segundo aplicativo testado (chamado de Aplicativo 02) conforme observado nas Figuras 04 e 05.

Figura 2 - Equação $=2^{(3^2)}$ - Aplicativo 01

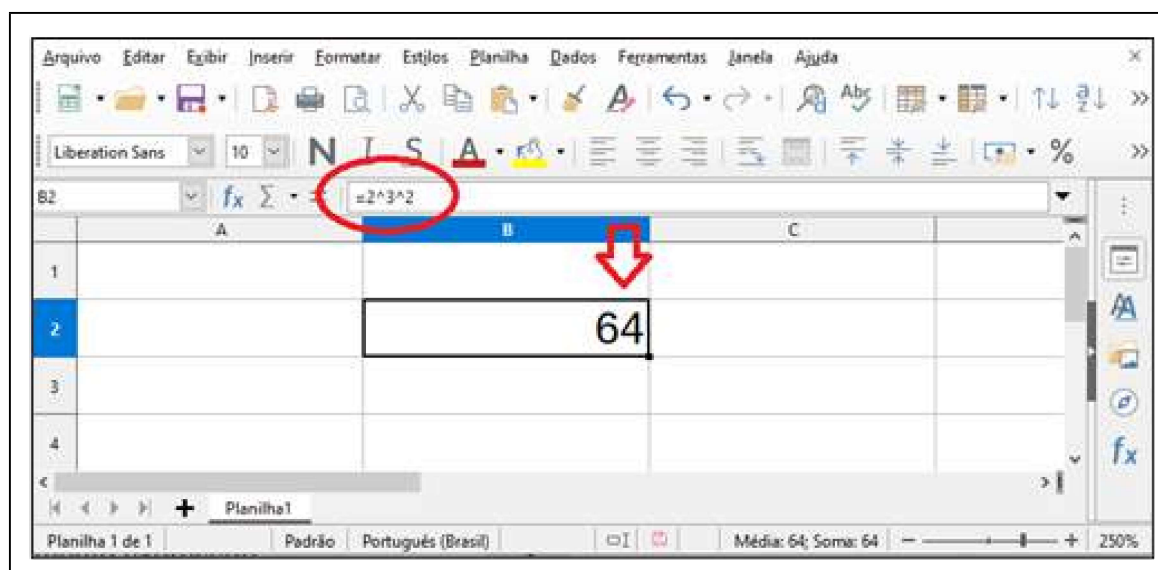


Fonte: Medeiros e Gonçalves (2020, pag. 76)

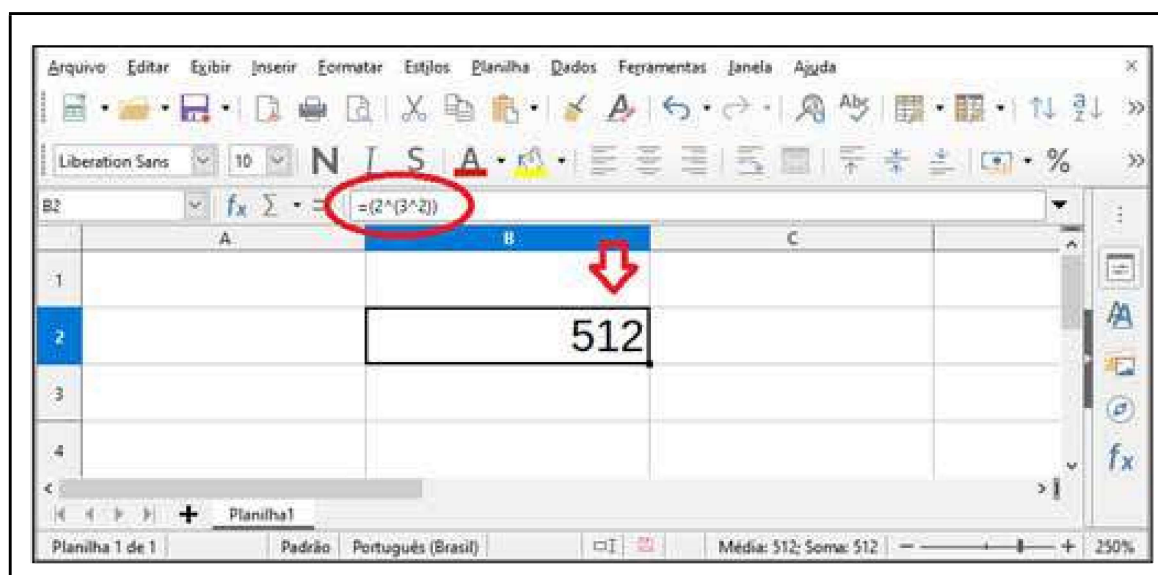
Figura 3 - Equação $=2^3 \cdot 2$ - Aplicativo 01



Fonte: Medeiros e Gonçalves (2020, pag. 76)

Figura 4 - Equação $=2^3 \wedge 2$ - Aplicativo 02

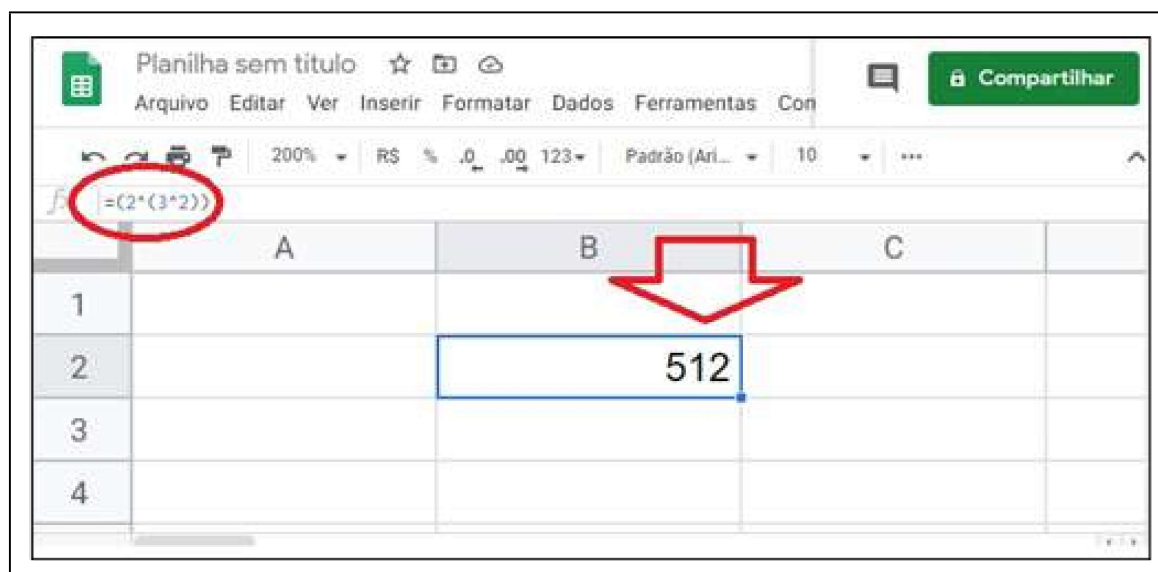
Fonte: Medeiros e Gonçalves (2020, pag. 77)

Figura 5 - Equação $=(2^3 \wedge 2)$ - Aplicativo 02

Fonte: Medeiros e Gonçalves (2020, p. 77)

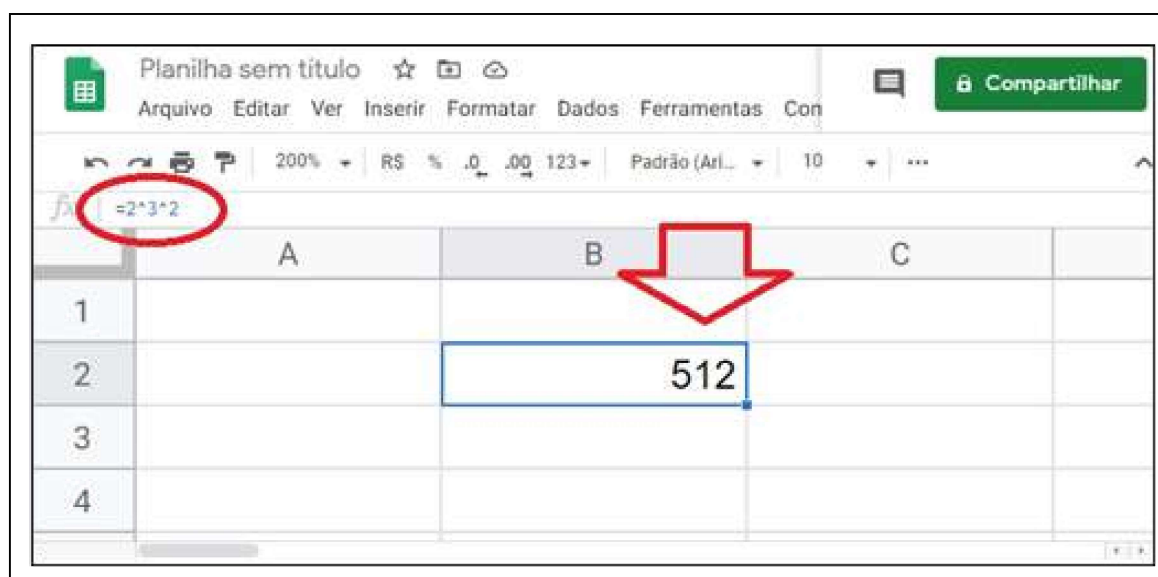
Entretanto, no terceiro aplicativo testado (Aplicativo 03) este erro não ocorre, o que confirma uma sutil diferença nas ferramentas disponíveis no mercado conforme visto nas Figuras 06 e 07, visto que as expressões aritméticas “ $2^3 \wedge 2$ ” e “ $2^3 \wedge 2$ ” possuem igualmente o resultado de “512” por se tratarem da mesma equação.

Figura 6 - Equação $= (2^{(3^2)})$ - Aplicativo 03



Fonte: Medeiros e Gonçalves (2020, p. 79)

Figura 7 - Equação $= 2^3 \cdot 2$ - Aplicativo 03



Fonte: Medeiros e Gonçalves (2020, p. 79)

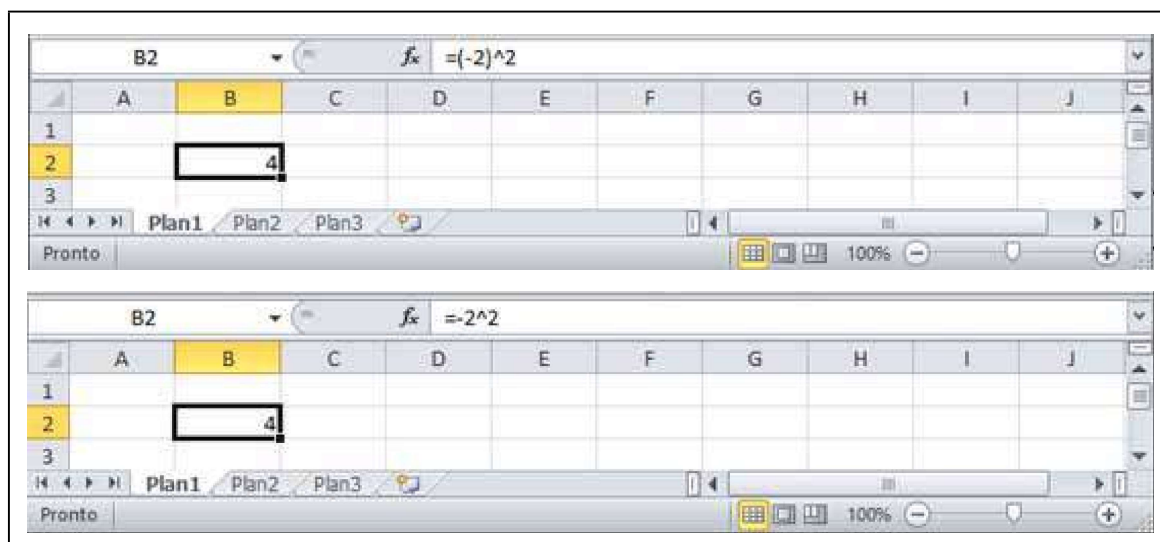
É preciso rememorar que conceitualmente, para o exemplo adotado, a adoção ou não dos parênteses em uma equação tem única e exclusivamente a finalidade de isolamento e ordenamento da execução dos cálculos (MEDEIROS e GONÇALVES, 2020).

O CASO $-2^2 \neq (-2)^2$

O caso a seguir envolvendo do erro $-2^2 \neq (-2)^2$ apresentado e discutido por Gonçalves e Medeiros (2015) é inverso ao anterior (envolvendo potência sobre potência) tornando-o emblemático, tratando-se ainda, da primeira publicação oficial dos estudos dos autores sobre a existência de erros em planilhas eletrônicas de cálculo.

O erro consiste no tratamento expressões matemáticas distintas como se fossem expressões iguais. Para tanto, observa-se as expressões “ -2^2 ” e “ $(-2)^2$ ” quando submetidas a uma planilha eletrônica de cálculo necessitam ser traduzidas para a linguagem adotada pelo sistema, sendo para “ -2^2 ” se obtém a expressão “ 2^3^2 ” e para “ $(-2)^2$ ” se obtém a expressão “ $2^{(3^2)}$ ”. Detalhe que, por se tratarem de cálculos distintos, por óbvio, obtém-se resultados distintos. Entretanto, conforme pode ser observado na Figura 08 ambos os resultados são apresentados como sendo a mesma equação e, como se não fosse o suficiente, na Figura 09 é possível constatar que em outra aplicação da mesma empresa desenvolvedora, o presente erro é corrigido, indignando ainda mais os autores.

Figura 08 – Planilha Eletrônica de Cálculo (aplicativo para computador)



Fonte: Medeiros e Gonçalves (2017, p. 57)

Figura 09 – Calculadora Gráfica (aplicativo para computador)



Fonte: Medeiros e Gonçalves (2017, p. 58)

O CASO DA FUNÇÃO ENTRE (ALEATÓRIO)

Destaca-se que a função Entre (Aleatório) presente nas planilhas eletrônicas de cálculo referente a uma operação relativa à construção de conjuntos, a qual é utilizada para análises de probabilidade entre volumes de dados inseridos em grupos distintos. Entretanto, ao se executar esta função tendo por base uma análise aleatória (Figura 10), a mesma inclui em seu resultado os limitadores extremos da operação o que não apenas gera um resultado incorreto, como ainda amplia exponencialmente a amostragem selecionada.

Não obstante, diversas outras funções existentes nas planilhas eletrônicas de cálculo destinadas a formatação e tratamento de dados

e que fazem uso do conceito matemático da função entre herdam as mesmas falhas conceituais, expandido significativamente o impacto desse erro na estrutura lógica das ferramentas disponíveis.

Figura 10 – Aleatório Entre 1 e 10

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	8	10	2	8	1	7	5	9	2	5
2	2	7	10	10	1	10	1	4	7	7
3	3	10	6	9	3	9	3	2	3	2
4	4	9	6	9	2	10	10	6	1	4
5	10	1	7	1	4	4	5	7	8	6
6	4	3	4	1	1	2	9	9	9	1
7	8	10	1	3	6	8	7	5	9	10
8	3	6	5	10	6	2	7	3	10	6
9	6	6	5	10	9	9	4	3	4	4
10	9	2	10	5	7	10	9	10	10	3
11	1									
12	10									

Fonte: Medeiros e Gonçalves (2017, p. 59)

Medeiros e Gonçalves (2020) rememoram que a expressão matemática “entre” referente ao conteúdo entre os extremos definidos, não incluindo os mesmos na operação, para isso, existem variantes que podem incluir um ou outro extremo, ou ainda ambos os extremos em uma probabilidade, contudo, este não é o caso em voga, visto que as planilhas eletrônicas de cálculo testadas não permitem esta variante de escolha.

O CASO PER $\neq$ NPER

Este caso é mais relacionado a sintaxe e a concordância entre as funções ofertadas pela ferramenta do que um erro que possa gerar dados incorretos. As Figuras 11 e 12 retratam este erro ao se tratarem de operações envolvendo as fórmulas aritméticas para Valor Presente e Valor Futuro. em ambos os casos a variável PER e NPER é a mesma (e representam o número total de períodos de pagamentos em um investimento), porém apresenta-se com denominações (acrónimos) distintos, confundindo usuários com menor experiência em cálculos contábeis.

Figura 11 - Valor Presente

The screenshot shows the 'Argumentos da função' (Function Arguments) dialog box for the 'VP' (Valor Presente) function. The dialog has a title bar with a question mark and a close button. Inside, the function name 'VP' is displayed. Below it, there are five input fields with labels: 'Taxa', 'Per', 'Pgto', 'Vf', and 'Tipo'. Each field has a small icon to its right. To the right of each field is a label indicating the expected data type: '= número'. Below the input fields, there is a description of the function: 'Retorna o valor presente de um investimento: a quantia total atual de uma série de pagamentos futuros.' and a definition for the 'Per' argument: 'Per é o número total de períodos de pagamento em um investimento.' At the bottom, there is a section for the formula result, labeled 'Resultado da fórmula =', followed by a blue link 'Ajuda sobre esta função'. On the bottom right, there are two buttons: 'OK' and 'Cancelar'.

Fonte: Medeiros e Gonçalves (2017, p. 60)

Figura 12 - Valor Futuro

The screenshot shows the 'Argumentos da função' (Function Arguments) dialog box for the 'VF' (Valor Futuro) function. The dialog has a title bar with a question mark and a close button. Inside, the function name 'VF' is displayed. Below it, there are five input fields with labels: 'Taxa', 'Nper', 'Pgto', 'Vp', and 'Tipo'. Each field has a small icon to its right. To the right of each field is a label indicating the expected data type: '= número'. Below the input fields, there is a description of the function: 'Retorna o valor futuro de um investimento com base em pagamentos constantes e periódicos e uma taxa de juros constante.' and a definition for the 'Nper' argument: 'Nper é o número total de períodos de pagamento em um investimento.' At the bottom, there is a section for the formula result, labeled 'Resultado da fórmula =', followed by a blue link 'Ajuda sobre esta função'. On the bottom right, there are two buttons: 'OK' and 'Cancelar'.

Fonte: Medeiros e Gonçalves (2017, p. 61)

É preciso destacar ainda que com relação a erros gramaticais e de sintaxe, não é incomum se observar a presença de inúmeros outros erros advindos das traduções automatizadas da ferramenta de acordo

com o país em que se está trabalhando. Entretanto, quando esses erros de tradução incidem sobre cálculos e fórmulas, podem provocar conflitos conceituais mais significativos do que um simples desconforto hilário quanto a um termo adotado ou não corretamente.

O CASO ENVOLVENDO POTÊNCIA E RAIZ ($^n \sqrt{m}$)

Esta fragilidade nas planilhas eletrônicas de cálculo disponíveis refere-se a limitação que estas ferramentas possuem para realização de expressões aritméticas envolvendo potência e raiz sendo, sendo que neste caso, a fragilidade apenas pode ser contornada se o usuário possuir um grau de conhecimento intermediário (no mínimo) tanto para com as questões matemáticas, quanto para como o uso e programação da ferramenta.

A Figura 13 demonstra esta fragilidade no caso de um cálculo de raiz em que na planilha eletrônica de cálculo testada, somente efetua-se o cálculo no limite da Raiz Quadrada. Caso o usuário deseje um cálculo de Raiz diferente da quadrada exata será necessário contornar a questão através da adoção de potenciação (indicando-se o índice e o radicando separadamente) para que então possa trabalhar com a Raiz Cúbica por exemplo.

Figura 13 - Raiz Quadrada e Indeterminada

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2										
3		Radizando	100							
4										
5		Raiz	=RAIZ(C3)							
6										

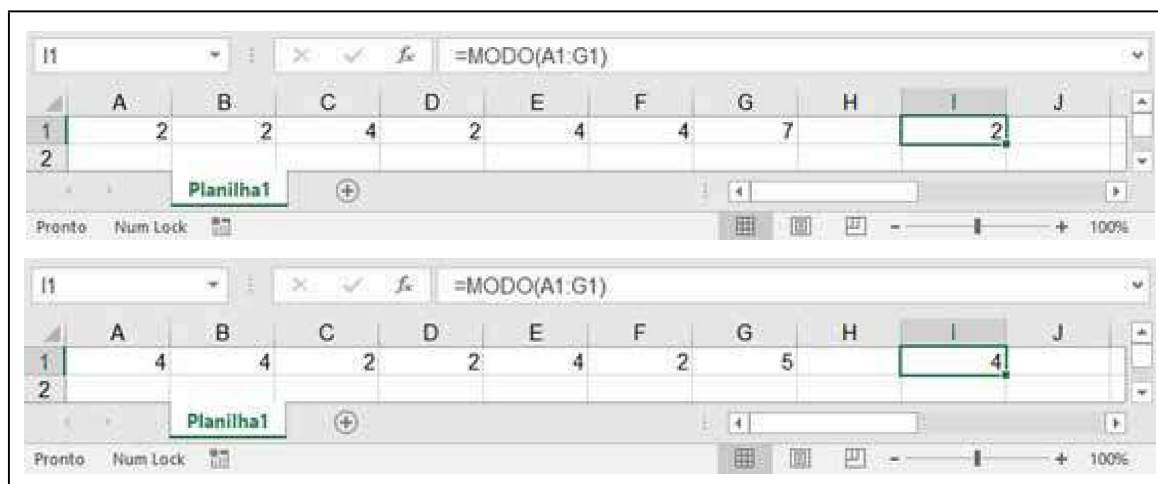
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1										
2		Índice	2							
3		Radizando	100							
4										
5		Raiz	=C3^(1/C2)							
6										

Fonte: Medeiros e Gonçalves (2017, p. 62)

O CASO DA MODA (MODO(nn:nn))

O Caso da Moda (MODO(nn:nn)) incide sobre uma operação relativamente popular no meio corporativo, afinal, trata-se da identificação do elemento que mais frequentemente repete-se em um intervalo aleatório. Ocorre que esta equação pode variar de acordo com a quantidade de itens que se acumulam no topo das reincidências, variando entre modal (um elemento), bimodal (dois elementos), trimodal (três elementos), polimodal (quatro elementos ou mais) e ainda o amodal (quando não há itens repetidos). Essa função aritmética é transcrita em uma planilha eletrônica de cálculo através da equação MODO(CL:CL) onde “C” é coluna e “L” é a linha da planilha. Contudo, conforme pode ser observado na Figura 14, ocorre um loop quando o cálculo da moda acumula mais de um elemento no topo das repetições, fazendo com que as planilhas eletrônicas de cálculo entrem em loop na primeira das variáveis e desconsidere outros resultados possíveis como o bimodal, trimodal e polimodal, retornando apenas o resultado da primeira moda identificada na sequência.

Figura 14 – bimodal 2 e 4



Fonte: Medeiros e Gonçalves (2017, p. 64)

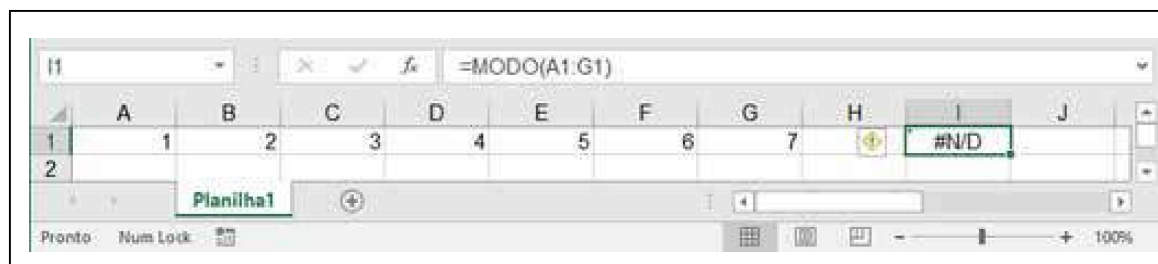
Causa revolta que novamente, em outra aplicação desenvolvida pela mesma corporação detentora da planilha eletrônica de cálculo testada, o erro é corrigido. Observa-se que na Figura 15 a aplicação retorna corretamente o resultado trimodal testado.

Figura 15 – trimodal - Calculadora Gráfica (aplicativo para computador)

Fonte: Medeiros e Gonçalves (2017, p. 64)

Ocorre ainda que, observando a Figura 15, outro erro é evidenciado onde, ao se submeter a operação envolvendo MODA um resultado amodal, ou seja, sem elemento em destaque por reincidência, as planilhas eletrônicas de cálculo testadas colapsam e não retornam resultado algum, sendo classificado a variante amodal como não computável (#N/D). Erro esse, novamente inexistente na outra aplicação oferecida pelo mesmo desenvolvedor testado (Figura 16).

Figura 15 - amodal



Fonte: Medeiros e Gonçalves (2017, p. 65)

Figura 16 – amodal - Calculadora Gráfica (aplicativo para computador)



Fonte: Medeiros e Gonçalves (2017, p. 66)

O CASO DO DESVIO PADRÃO E AMOSTRAL

Este erro em particular versa sobre as equações adotadas para o recurso conhecido como desvio padrão, o qual é utilizado na correção de informações errôneas passadas ao se observar a média de uma forma simples. Entende-se que a média representa um conjunto de valores, entretanto este valor não pode ser admitido como verdadeiro em um processo decisório, ele sim representa um norte, um caminho a ser tomado, sendo que o desvio padrão justamente busca corrigir esse norte não estático.

A presente inconsistência, a qual possibilita interpretações errôneas quanto ao desvio padrão em um processo decisório, ocorre em virtude das planilhas eletrônicas de cálculo apresentarem o desvio padrão como sendo um desvio amostral, mas não o identificando como um. Em síntese, quando submete-se a fórmula estatística de resumo, a mesma identifica apenas como desvio padrão, não identificando corretamente qual o tipo de desvio o resumo se refere, sendo que por óbvio, cada tipo de cálculo de desvio resultará em um resultado diferente, por exemplo o caso da Figura 17, onde:

[...] ao se identificar os números (2, 4, 6, 8 e 10), em células sequenciais, tanto na forma de linha, quanto de coluna, e executando-se a fórmula =DESVPAD.A(C,L:C,L) que refere-se ao Desvio Padrão Amostral, o mesmo apresenta o resultado para a sequência numérica de: 3.16228, já quando colocamos a expressão =DESVPAD.P(C,L:C,L) que refere-se ao Desvio Padrão Populacional, obtém-se o resultado: 2.82843. A primeira expressão diz respeito ao Desvio Padrão Amostral, enquanto que a Segunda ao Desvio Padrão Populacional (MEDEIROS e GONÇALVES, 2017, p. 68).

Figura 17 - Desvio Padrão Amostral e Populacional

	A	B	C	D	E	F	G	H
1						Coluna1		
2	Coluna 1	Coluna 2						
3	Grupo A	Grupo B				Média		6
4	2	6				Erro padrão	1,414213562	
5	4	6				Mediana		6
6	6	6				Modo	#N/D	
7	8	6				Desvio padrão	3,16227766	
8	10	6				Variância da amostra		10
9						Curtose		-1,2
10	6	6				Assimetria		0
11						Intervalo		8
12	3,162278	0	=DESVPAD.A(B4:B8)			Mínimo		2
13	2,828427	0	=DESVPAD.P(B4:B8)			Máximo		10
14						Soma		30
15						Contagem		5

Fonte: Medeiros e Gonçalves (2017, p. 68)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante destacar que os erros, fragilidades e inconsistências identificadas neste capítulo, por mais sutis e imperceptíveis que sejam, foram devidamente noticiados aos desenvolvedores das aplicações testadas em mais de uma oportunidade por erro identificado, visto que trata-se de um continuum de mais de 10 anos sobre o mesmo tema.

Ocorre, entretanto, que muitos dos problemas aqui descritos transpassam versões disponibilizadas no mercado até data de publicação deste trabalho para com planilhas eletrônicas de cálculo e mais, não apenas as empresas persistem nas fragilidades demonstradas como também as apresentam corrigidas em outras versões de aplicações cuja finalidade seja similar, apresentando resultados diferentes (ou variáveis) de acordo com a aplicação adotada, sem contudo admitir ao usuário qual aplicação está correta, obrigando o usuário a colocar-se diante de uma roleta russa na escolha de determinada aplicação.

Esse sempre foi o motivador desta pesquisa, revelar a você leitor, a necessidade de uma construção sólida quanto aos conceitos lógicos e aritméticos adotados, tanto em ambiente acadêmico quanto no mercado de trabalho profissional, visto que, ser totalmente dependente de uma

aplicação deve ser escolha e não determinação. Para isso é inegável o papel do docente no processo de construção dos saberes, mediando a tradição reflexiva com a modernidade imediatista no ambiente acadêmico, para que assim possam ser formados cidadãos aptos, úteis e providos de criticidade a sociedade.

REFERÊNCIAS

ALVES, Carlos Alberto. **Teoria do Caos e as Organizações**. in: REA - Revista Eletrônica de Administração. V. 6, N. 2. São Paulo: Uni-FACEF - Centro Universitário de Franca. 2007.

MEDEIROS, Jonas de. **A CONCEPÇÃO TECNOLÓGICA EM AMBIENTE ACADÊMICO**. In: CARRARA, Rosangela Martins (Org.); ORTH, Miguel Alfredo (Org.). **Tecnologia Currículo e a Formação de Professores no Mercosul-Conesul**. 1 ed. Curitiba - PR: Editora CRV, 2017.

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.

----- . **PLANILHAS ELETRÔNICAS DE CÁLCULO: Inconsistências, erros e divergências**. In: MARTINS, Ernane Rosa (Org.). **CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO E TECNOLOGIAS DIGITAIS: contribuições na solução de problemas**. Curitiba: Editora Bagai. 2020.