http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160238

Regras de Arredondamento: uma breve análise

Régis C. Leal, Matheus F. da Silva e José M. Moita Neto

O uso da calculadora científica é rotineiro entre os estudantes de Graduação em Química de todo o Brasil. Em operações envolvendo cálculos químicos é conveniente arredondar números para uma quantidade adequada de algarismos significativos. O presente trabalho traz um panorama geral e faz uma breve análise sobre as regras de arredondamento comumente encontradas e disponíveis na literatura de nível superior. Este artigo servirá de base para alunos e professores que tenham interesse no esclarecimento do uso correto das regras de arredondamento.

▶ arredondamento, estatística, ensino de química ◀

Recebido em 28/04/2020, aceito em 30/08/2020

No Brasil é comum os cursos de graduação em Química incluírem uma disciplina de Estatística Aplicada. Estatística pode ser compreendida como o conjunto de técnicas que permite, de forma sistemática, organizar, descrever, analisar e interpretar dados oriundos de estudos ou experimentos, realizados em qualquer área do conhecimento (Magalhães e Lima, 2015). É óbvio que a natureza dessa disciplina possa variar; no entanto, a ementa de um curso introdutório de Estatística Aplicada à Química (EAQ) deve abordar desde conceitos teóricos mais fundamentais até a manipulação de *softwares* mais sofisticados, além do uso de planilhas eletrônicas e das principais funções da calculadora científica.

Guare (1991) já ressaltava que as regras convencionais para arredondar números não eram adequadas, pois não consideravam a importância dos dígitos descartados e levavam a um tratamento desigual de números arredondados para cima (a expressão "*arredondar para cima*" significa aumentar em uma unidade o último dígito significativo) em relação aos números arredondados para baixo (a expressão "*arredondar para baixo*" significa manter o dígito significativo inalterado).

Podemos citar alguns esforços realizados no sentido de facilitar o processo de ensino-aprendizagem de conteúdos diversos em uma disciplina de EAQ, como o trabalho de Gomes e Lima (2012) utilizando palitos de fósforos para facilitar o entendimento de distribuição normal (conteúdo de distribuição de frequência), o trabalho de Leal *et al.* (2014) correlacionando parâmetros do processo de combustão de uma vela com os parâmetros da equação de uma reta (conteúdo de regressão linear), o trabalho de Costa Júnior *et al.* (1999) avaliando o impacto de algumas aproximações (conteúdo de erros) utilizadas na Físico-Química, entre outros.

Tópicos iniciais, normalmente abordados na EAQ, englobam o Sistema Internacional (SI) de Unidades (Andrade e Custodio, 2000), operações aritméticas fundamentais levando em consideração o uso correto de algarismos significativos (Moita e Moita Neto, 2010), notação científica e regras de arredondamento. Este último tema, em particular, desperta dúvidas nos alunos devido ao conflito de informações geralmente encontradas na literatura, e por esse motivo é o alvo de estudo do nosso trabalho.

Regras de Arredondamento

Guare (1991) já ressaltava que as regras convencionais para arredondar números não eram adequadas, pois não

A seção "Espaço Aberto" visa abordar questões sobre Educação, de um modo geral, que sejam de interesse dos professores de Química.

consideravam a importância dos dígitos descartados e levavam a um tratamento desigual de números arredondados para cima (a expressão "*arredondar para cima*" significa aumentar em uma unidade o último dígito significativo) em relação aos números arredondados para baixo (a expressão "*arredondar para baixo*" significa manter o dígito significativo inalterado). Para isso, ele propôs um "novo sistema" de arredondamento de números: "se o primeiro dígito descartado é significativo e está entre 5 – 9, arredondamos para cima. Caso contrário, apenas truncar." Em outras palavras, Guare propôs que, em arredondamento de números, o dígito precedente a um 5 descartado deveria sempre ser arredondado para cima. Seguindo as regras convencionais, se tomarmos o intervalo de 1,15 – 1,25 (abrangendo uma faixa de 0,10 e 10 acréscimos centesimais a partir do menor extremo do intervalo), deve-se arredondar para 1,2 e se tomarmos o intervalo 1,26 – 1,34 (abrangendo uma faixa igual a 0,08 e 8 acréscimos centesimais a partir do menor extremo do intervalo), deve-se arredondar para 1,3. Isso dá 1,2 onze vezes (1,15; 1,16; 1,17; 1,18; 1,19; 1,20; 1,21; 1,22; 1,23; 1,24; 1,25) e 1,3 nove vezes (1,26; 1,27; 1,28; 1,29; 1,30; 1,31; 1,32; 1,33; 1,34). Assim como o intervalo 1,16 – 1,24 se tornaria 1,2 (se repetiria 9 vezes) e o intervalo 1,25 – 1,35 se tornaria 1,3 (se repetiria 11 vezes). Pelo novo sistema de arredondamento, sugerido por Guare (1991), se tomarmos o intervalo de 1,15 – 1,24 deve-se arredondar para 1,2, e para o intervalo 1,25 – 1,34 arredonda-se para 1,3. Isso geraria os números 1,2 e 1,3 exatamente dez vezes.

No entanto, Midden (1997) critica o modelo desenvolvido por Guare (1991) e explica porque o "novo sistema" não funciona. Gerando erros por arredondamento de números de 0 – 20, através de dois esquemas denominados "*Round 5 Up*" (sempre arredondar o dígito anterior a 5 para cima) e "*Round 5 Even*" (arredondamento do dígito anterior a 5, para cima ou para baixo, de modo que se torne um dígito par), mostrou que os erros se acumulam com a regra "*Round 5 Up*", e os erros somam zero com a regra "*Round 5 Even*". Então conclui que (1) o "novo método" proposto anteriormente por Guare (1991) deveria ser usado apenas para números nos quais os dígitos diferentes de zero após um 5 isolado seja significativo e que (2) erros são minimizados para uma distribuição uniforme de números pelo método tradicional de manter o dígito significativo inalterado quando o primeiro dígito a ser descartado estiver entre 1 e 4, e aumentar em uma unidade o dígito significativo quando o primeiro dígito a ser descartado estiver entre 6 e 9, e arredondando sempre o dígito anterior a 5 para um dígito par.

Segundo Yates (2010), arredondar números é importante porque as calculadoras geralmente dão respostas com precisões maiores que o necessário. A regra básica é: se o dígito a ser descartado estiver acima de cinco, aumentamos o dígito anterior (dígito significativo) em uma unidade e, se inferior a cinco, mantemos o dígito anterior inalterado, e descartamos todos os demais dígitos à direita do algarismo significativo. Desse modo, ao escrevermos 4,857 com três algarismos significativos, é arredondado para 4,86, e ao escrevermos 7,82 com dois algarismos significativos é arredondado para 7,8. Mas, uma situação interessante surge quando o dígito a ser descartado for cinco. Nesse caso, Yates (2010) menciona que a maioria das pessoas parece ter aprendido a aumentar o dígito anterior em uma unidade. No entanto, estatisticamente, é melhor arredondar o número anterior para o número par mais próximo, porque nesse caso haverá um número igual de vezes quando alguém arredondar para cima ou para baixo. Isso é conhecido como arredondamento gaussiano (*banker's rounding*) (Yates, 2010), e é designado para evitar um acúmulo de erros sistemáticos.

A norma brasileira da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que trata das regras de arredondamento na numeração decimal é a ABNT NBR 5891:2014, válida a partir de 10/01/2015 e confirmada em 11/02/2019. Segundo essa norma: "Quando o algarismo a ser conservado for seguido de algarismo inferior a 5, permanece o algarismo a ser conservado e retiram-se os posteriores. Por exemplo, o número 1,3333 arredondado à primeira decimal torna-se 1,3. Quando o algarismo a ser conservado for seguido de algarismo superior ou igual a 5 seguido de no mínimo um algarismo diferente de zero, soma-se uma unidade ao algarismo a ser conservado e retiram-se os posteriores. Por exemplo, o número 1,6666 arredondado à primeira decimal torna-se 1,7. E, o número 4,8505 arredondado à primeira decimal torna-se 4,9. Quando o algarismo a ser conservado for ímpar, seguido de 5 e posteriormente de zeros, soma-se uma unidade ao algarismo a ser conservado e retiram-se os posteriores. Por exemplo, o número 4,5500 arredondado à primeira decimal torna-se 4,6. Quando o algarismo a ser conservado for par, seguido de 5 e posteriormente de zeros, permanece o algarismo a ser conservado e retiram-se os posteriores. Por exemplo, o número 4,850 arredondado à primeira decimal torna-se 4,8." Portanto, a ABNT NBR 5891 (2014) vai no mesmo sentido que o mencionado por Midden (1997) e Yates (2010).

A regra básica é: se o dígito a ser descartado estiver acima de cinco, aumentamos o dígito anterior (dígito significativo) em uma unidade e, se inferior a cinco, mantemos o dígito anterior inalterado, e descartamos todos os demais dígitos à direita do algarismo significativo.

O que diz a literatura de nível superior

Nesse trabalho consultamos livros utilizados no ensino superior para análise sobre o que cada um menciona a respeito das regras de arredondamento. Para tal, foram analisados apenas livros de Química Geral (7 livros) e Química Analítica (6 livros), conforme sumarizado na Tabela 1.

Do total de 13 livros consultados, 7 deles seguem a regra "*Round 5 Up*" (sempre arredondar o dígito anterior a 5 para cima). Esse conflito de informações encontrado na literatura é o principal gerador de dúvidas, principalmente de alunos que, pelo pequeno grau de maturidade, não sabem qual caminho mais eficiente para seguir. Os alunos relatam ainda preocupação quando, por exemplo, docentes de diferentes disciplinas adotam caminhos distintos quanto às regras de arredondamento. Esse trabalho pode servir, portanto, como

Tabela 1: Regra de arredondamento conforme bibliografia consultada

Referências	Regra de arredondamento	Exemplo
[#]Baccan *et al.*, 2001 CAP. 1, PÁG. 3	Quando for necessário arredondar números, a seguinte regra simplificada pode ser seguida: Se o dígito que segue o último algarismo significativo é igual ou maior que 5, então o último dígito significativo é aumentado em uma unidade. Caso este dígito seja menor 5, o último algarismo significativo é mantido. Existem outras regras, mas não serão consideradas aqui.	EXEMPLO 1: 6,8–2,6367 = 4,1633 (arredonda para 4,2). EXEMPLO 2: 1000,0 + 10,05 + 1,066 = 1011,116 (arredonda para 1011,1).
Mercê, 2012 CAP. 3, PÁG. 75	Se o número que vamos arredondar, estando à esquerda de um cinco - não sendo maior nem menor que 5, mas igual a 5 - se for par, ele permanece o mesmo; se for ímpar, arredonda-se para cima.	EXEMPLO 1: 5,348250375 arredondando para 3 algarismos significativos: 5,35. EXEMPLO 2: 5,348250375 arredondando para 6 algarismos significativos: 5,34825.
[#]Vogel *et al.*, 2002 CAP. 4, PÁG. 66	Para arredondar as quantidades, mantendo o número correto de algarismos significativos, adicione uma unidade ao último algarismo significativo se o algarismo rejeitado for 5 ou maior do que 5.	EXEMPLO 1: 168,11 + 7,045 + 0,6832 deve ser escrita como 168,11 + 7,05 + 0,68 = 175,84. EXEMPLO 2: 1,26 * 1,236 * 0,6834 * 24,8652 deve ser feita usando os valores 1,26 * 1,236 * 0,683 * 24,87 = 26,5.
Ohlweiler, 1976 CAP. 1, PÁG. 14	No arredondamento de números (eliminação de algarismos supérfluos) aumenta-se o último dígito retido quando o resíduo é maior do que 5; e, finalmente, retém-se o último dígito imutável se par ou aumenta-se o mesmo de uma unidade se ímpar, quando o resíduo é exatamente 5.	EXEMPLO 1: Os números 1,03345, 1,03055, 1,03350 e 1,03450, ao serem arredondados para quatro algarismos tornam-se 1,033, 1,031, 1,034 e 1,035, respectivamente.
Harris, 2011 CAP. 3, PÁG. 57	Quando se arredonda um número deve-se observar todos os algarismos além da última casa decimal desejada. No resultado 121,7948064, os algarismos 8064 se situam além da última casa decimal significativa. Em razão de esse número ser maior do que a metade do intervalo até o último algarismo significativo, deve-se arredondar o algarismo 4 para 5 (isto é, arredondamos para cima e obtemos o número 121,795 em vez de arredondarmos para baixo e obtemos o número 121,794). Se os algarismos não significativos forem menores do que a metade do intervalo, devemos arredondar para baixo. Por exemplo, o número 121,7943 é arredondado para 121,794. Existe uma situação especial, que é quando os algarismos não significativos são iguais a metade do intervalo. Neste caso, arredondamos para o algarismo par mais próximo. A razão pela qual arredondamos para um algarismo par é evitar o número ou a diminuição sistemática dos resultados devido a erros sucessivos de arredondamento. A metade dos arredondamentos será para cima e a outra metade para baixo.	EXEMPLO 1: 18,9984032 + 18,9984032 + 83,798 = 121,7948064 deve ser arredondado para 121,795 na resposta final. EXEMPLO 2: O número 43,55 é arredondado para 43,6, se considerarmos apenas três algarismos significativos. EXEMPLO 3: Se mantivermos apenas três algarismos significativos no número 1,425 x 10^{-9}, ele fica 1,42 x 10^{-9}. O número 1,42501 x 10^{-9} é arredondado para 1,43 x 10^{-9}, pois “501” é maior do que o intervalo para o próximo algarismo.
Skoog, 2006 CAP. 6, PÁG. 125 e 126	Sempre arredonde de forma apropriada os resultados calculados a partir de uma análise química. Uma boa regra a ser seguida quando se arredonda um número 5 é sempre arredondar para o número par mais próximo. Dessa forma eliminamos a tendência de arredondar em uma única direção. Em outras palavras, existe a mesma chance de que o número par mais próximo seja o mais alto ou menor a cada ocasião em que se efetua o arredondamento. No arredondamento de um número terminado em 5, sempre arredonde de forma que o resultado termine com um número par.	EXEMPLO 1: Considere as seguintes réplicas de resultados: 61,60; 61,46; 61,55 e 61,61. A média para esse conjunto de dados é 61,555 e o desvio padrão é 0,069. Quando arredondamos a média, o resultado deve ser 61,55 ou 61,56? Dessa maneira, podemos expressar o resultado como 61,56 ± 0,07. Caso haja qualquer razão para duvidar da confiabilidade da estimativa do desvio padrão, podemos expressar o resultado como 61,6 ± 0,1. EXEMPLO 2: 0,635 é arredondado para 0,64 e 0,625 para 0,62.

Tabela 1: Regra de arredondamento conforme bibliografia consultada (cont.)

Referências	Regra de arredondamento	Exemplo
Atkins e Jones, 2012 APÊNDICE 1, PÁG. 798	Nos cálculos, arredonde para cima se o último dígito for superior a 5 e para baixo se for menor do que 5. Quando o número termina em 5, arredonde sempre para o número par mais próximo. Em um cálculo com muitas operações, só arredonde na última etapa.	EXEMPLO 1: 2,35 é arredondado para 2,4 e 2,65 para 2,6. EXEMPLO 2: 0,10 + 0,024 = 0,12.
#Chang, 2007 CAP. 1, PÁG. 16 e 17	Para o arredondamento devemos proceder da seguinte maneira. Se o primeiro dígito do conjunto que será arredondado for menor que 5, simplesmente eliminamos os dígitos que o seguem. Se o dígito que segue o primeiro do conjunto for igual ou maior que 5, adicionamos 1 ao primeiro dígito.	EXEMPLO 1: 2,8 × 4,5039 = 12,61092 é arredondada para 13. EXEMPLO 2: 6,85 ÷ 112,04 = 0,0611388789 é arredondado para 0,0611.
Brown *et al.*, 2016 CAP. 1, PÁG. 25	Ao arredondar números, fique atento para o dígito mais à esquerda a ser removido: Se o dígito mais à esquerda for inferior a 5, o número anterior não deve ser alterado. Assim, arredondar 7,248 para dois algarismos significativos resulta em 7,2. Se o dígito mais à esquerda for maior ou igual a 5, o número anterior deve aumentar em 1. Arredondar 4,735 para três algarismos significativos resulta em 4,74; e arredondar 2,376 para dois algarismos significativos resulta em 2,4. *Seu professor pode preferir uma pequena variação da regra quando o dígito mais à esquerda a ser removido for exatamente 5, sem dígitos seguintes ou apenas seguido de zeros. Uma prática comum é arredondar para o próximo número maior, se esse número for par, e para o número menor, se o maior for ímpar. Assim, 4,7350 seria arredondado para 4,74 e 4,7450 também seria arredondado para 4,74.	EXEMPLO 1: 20,42+1,322+83,1=104,842 resultado arredondado para uma casa decimal é 104,8. EXEMPLO 2: A área de um retângulo cujos comprimentos de suas extremidades são 6,221 e 5,2 cm deve ser registrada com dois algarismos significativos, 32 cm^2, mesmo que uma calculadora mostre que o produto tem mais dígitos: Área = (6,221 cm) × (5,2 cm) = 32,3492 cm^2 , o resultado deve ser arredondado para 32 cm^2 porque 5,2 tem dois algarismos significativos.
Brady e Humiston, 1986 CAP. 1, PÁG. 6	Quando se deseja arredondar um número num certo ponto, desprezam-se simplesmente os dígitos que se seguem, se o primeiro deles for menos do que cinco. Se o primeiro dígito a ser desprezado for maior do que 5 ou se for o próprio 5, seguido de números diferentes de zero, adiciona-se 1 ao dígito anterior. Finalmente, se o dígito a ser desprezado for 5 sozinho, ou seguido de zeros, despreza-se o 5 se o número precedente for par e adiciona-se 1 se for ímpar.	EXEMPLO 1: Assim, 6,2317 arredonda-se para 6,23, quando se desejam apenas duas casas decimais. EXEMPLO 2: Assim, 6,236 e 6,2351 arredonda-se para 6,24. EXEMPLO 3: Assim, 8,165 arredonda-se para 8,16 e 8,175 para 8,18.
#Chang e Goldsby, 2013 CAP. 1, PÁG. 21	Para arredondar um número em certo ponto, simplesmente eliminamos os dígitos seguintes se o primeiro deles for inferior a 5. Se o primeiro dígito depois do ponto de arredondamento for igual ou maior do que 5, somamos 1 ao dígito anterior.	EXEMPLO 1: Assim, 8,724 arredonda para 8,72 se quisermos apenas duas casas decimais. EXEMPLO 2: Assim, 8,727 arredonda para 8,73 e 0,425 para 0,43.
Russel, 1994 CAP. 1, PÁG. 41 e 42	Se o dígito a ser eliminado é maior do que 5, o precedente é aumentado de uma unidade. Se o dígito a ser eliminado é menor do que 5, o dígito precedente é mantido. E o número de final 5, como é arredondado? Uma prática comum, às vezes arbitrária, é a manutenção do último dígito, quando for par. A eliminação de dígitos por arredondamentos ocorre em uma única etapa, e não por estágio.	EXEMPLO 1: 27,76 é arredondado para 27,8. EXEMPLO 2: 27,74 é arredondado para 27,7. EXEMPLO 3: O arredondamento para três dígitos de 27,75 é para cima, 27,8, mas de 27,65 é para baixo, 27,6.
#McQuarrie, 2011 CAP. 1, PÁG. 23–25	Ao descartar números não significativos, usamos a seguinte convenção: se o dígito após o último dígito retido for 5, 6, 7, 8 ou 9, o dígito anterior deve ser aumentado em 1; caso contrário (ou seja, para 0, 1, 2, 3 e 4), o dígito anterior deve permanecer inalterado. Assim na metade dos casos (0, 1, 2, 3, 4) descartamos os dígitos não significativos, e na outra metade (5, 6, 7, 8, 9) aumentamos o dígito precedente em uma unidade quando descartamos os dígitos não significativos.	EXEMPLO 1: 27,35 arredonda para 27,4, 27,34 para 27,3 e 27,348 para 27,3.

Bibliografias que **não** seguem a regra "*Round 5 Even*" (arredondamento do dígito anterior a 5, para cima ou para baixo, de modo que se torne um dígito par).

um guia para iluminar que a regra "*Round 5 Up*" não é a mais apropriada devido ao acúmulo de erros que pode gerar. Além disso, seguir uma norma brasileira estabelecendo a forma correta de arredondamento é o mais adequado.

É compreensível que parte da literatura estrangeira traduzida para o Brasil traga uma norma de arredondamento diferente da ABNT, ou que livros brasileiros editados antes dessa norma também o façam. Embora as traduções de livros do ensino superior devam guardar fidelidade ao texto original, os tradutores têm a liberdade de indicar outras normas de arredondamento e, quando for o caso, mencionar que o Brasil adota uma norma diferente do texto em questão. Isto ajudaria aos docentes, que usam o livro-texto como material didático, a se posicionarem relativamente aos arredondamentos aqui discutidos.

Considerações finais

A regra básica ensinada para arredondar o último dígito significativo para cima (aumentando uma unidade) se o algarismo posterior for maior ou igual a cinco e manter o último dígito significativo inalterado, descartando apenas os números posteriores ao último dígito arredondado, se o algarismo posterior for menor ou igual a quatro é, portanto, inadequada. O "novo sistema", apresentado por Guare (1991), do dígito precedente a um 5 descartado sempre ser arredondado para cima também é ineficiente devido ao acúmulo de erros, como relatado por Midden (1997) e posteriormente Yates (2010).

As regras de arredondamento conforme expresso na ABNT NBR 5891 (2014) estão de acordo com o método "*Round 5 Even*" apresentado por Midden (1997). Esse sistema de arredondamento é o mais eficiente e o indicado pelos autores do presente trabalho, devido ao menor acúmulo de erros. Das 13 bibliografias consultadas e analisadas, 8 seguem a norma brasileira (NBR 5891) indicando o caminho mais eficiente para arredondar números para uma quantidade correta de algarismos significativos.

A disciplina de Estatística Aplicada à Química tem papel fundamental na formação do Químico. O uso correto da calculadora científica e das regras de arredondamento são úteis e importantes durante o processo de tratamento de dados.

Agradecimentos

Em tempos de pandemia de covid-19, gostaria de agradecer a todos os profissionais da saúde que com zelo e dedicação se mantêm no duro e árduo dever profissional de cuidar dos enfermos, e aos pesquisadores que estão na linha de frente em busca da solução contra essa terrível doença. Agradeço também a CAPES e CNPq pela constante luta em favor da manutenção da Ciência no Brasil.

Régis Casimiro Leal (regis.casimiro@ifrn.edu.br), licenciado e mestre em Química pela Universidade Federal do Piauí, e doutor em Ciências pelo Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas. É Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – Campus Nova Cruz. Nova Cruz, RN – BR. **Matheus Francisco da Silva** (m.francisco@academico.ifrn.edu.br), aluno do Curso Superior de Tecnologia em Processos Químicos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – Campus Nova Cruz. Nova Cruz, RN – BR. **José Machado Moita Neto** (jmoita@ufpi.edu.br), licenciado em Ciências - Habilitação em Química, engenheiro Civil, licenciado em Filosofia e bacharel em Direito pela Universidade Federal do Piauí. Possui mestrado em Química e doutorado em Ciências pelo Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas. Aposentou-se como professor titular da Universidade Federal do Piauí, mas continua atuando no programa de Pós-graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da mesma instituição como professor voluntário. Teresina, PI – BR.

Referências

ABNT NBR 5891. Regras de arredondamento na numeração decimal. 2014.

ANDRADE, J. C. e CUSTODIO, R. Sistema Internacional de Unidades. *Chemkeys - Liberdade para aprender*, p. 1-8, 2000.

ATKINS, P. e JONES, L. *Princípios de química*. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

BACCAN, N.; ANDRADE, J. C.; GODINHO, O. E. S. e BARONE, J. S. *Química analítica quantitativa elementar*. 3ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

BRADY, J. E. e HUMISTON, G. E. *Química geral*, vol. 1. 2ª ed. Rio de janeiro: LTC, 1986.

BROWN, T. L.; LEMAY Jr., H. E.; BURSTEN, B. E.; MURPHY, C. J.; WOODWARD, P. M. e STOLTZFUS, M. W. *Química – a ciência central*. 13ª ed. São Paulo: Pearson, 2016.

CHANG, R. e GOLDSBY, K. A. *Química*. 11ª ed. Porto Alegre: Amgh, 2013.

CHANG, R. *Química geral - conceitos essenciais*. 4ª ed. Porto Alegre: Amgh, 2007.

COSTA Jr., J. S.; SILVA, F. C. M. e MOITA NETO, J. M. Avaliando as aproximações usadas no ensino de Físico-Química. *Química Nova*, v. 22, p. 611-613, 1999.

GOMES, M. S. S. O. e LIMA, C. A. Ensino de distribuição normal na disciplina de Estatística aplicada a Química utilizando palitos de fósforos. *Educación Química*, v. 23, p. 81-84, 2012.

GUARE, C. J. A New System for Rounding Numbers. *Journal of Chemical Education*, v. 68, p. 818, 1991.

HARRIS, D. C. *Explorando a química analítica*. 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

LEAL, R. C.; MONTEIRO, E. A. S.; NASCIMENTO, T. L. A. B. e MOITA NETO, J. M. Explorando a cinética química através da queima de uma vela. *Educación Química*, v. 25, p. 93-96, 2014.

MAGALHÃES, M. N. e LIMA, A. C. P. *Noções de Probabilidade e Estatística*. 7 ª ed. São Paulo: EDUSP, 2015.

MCQUARRIE, D. A.; ROCK, P. A. e GALLOGLY, E. B. *General chemistry*. 4ª ed. Mill Valley: University Science Books, 2011.

MENDHAM, J.; DENNEY, R. C.; BARNES, J. D. e THOMAS, M. *Vogel: Análise química quantitativa*. 6ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

MERCÊ, A. L. R. *Iniciação à química quantitativa não instrumental*. Curitiba: Intersaberes, 2012.

MIDDEN, W. R. Rounding Numbers: Why the "New System" Doesn't Work. *Journal of Chemical Education*, v.74, p. 405, 1997.

MOITA, G. C. e MOITA NETO, J. M. *Estatística Aplicada à Química*. Teresina: EDUFPI, 2010.

OHLWEILER, O. A. *Química analítica quantitativa*. 2ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 1976.

RUSSEL, J. B. *Química geral*, vol. 1. 2ª ed. São Paulo: Pearson, 1994.

SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J. e CROUCH, S. R. *Fundamentos da química analítica*. 8ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2006.

YATES, P. Significant Figures. *Education in Chemistry*, v. 47, p. 90-91, 2010.

Para saber mais

Royal Society of Chemistry.Analytical Methods Committee. Terminology – the key to understanding analytical science. *Part 1: Accuracy, precision and uncertainty*, n. 13, 2003.

Rules for Rounding Off, disponível em: https://www.chemteam.info/SigFigs/Rounding.html . Acesso em abr. 2020.

Abstract: *Rounding rules: a brief analysis.* The use of the scientific calculator is routine among undergraduate chemistry students in Brazil. In chemical calculations, it is convenient to round numbers to an adequate number of significant figures. This paper provides an overview and makes a brief analysis of the rounding rules commonly found in college-level literature. This paper may serve as a reference for students and teachers who are interested in learning about the correct use of rounding rules.

Keywords: rounding, statistics, chemistry teaching.