Algarismos Significativos

Rafael Alves Batista
Instituto de Física Gleb Wataghin
Universidade Estadual de Campinas
(Dated: 18 de Setembro de 2011.)

I. NOTAÇÃO CIENTÍFICA

Um determinado número X pode ser escrito em termos de potências de dez. Em notação científica, pode-se representar este número como

$$\mathrm{X} = y.yyyy \times 10^z,$$

onde o expoente z é um número inteiro (positivo ou negativo), e $y.yyy$ é a chamada mantissa.

Quando se trabalha com notação científica, ao representar um número, a mantissa deve sempre conter apenas um número diferente de zero à esquerda da vírgula. Este número, portanto, deve estar no intervalo $[1,9]$.

Abaixo constam alguns exemplos de números escritos em notação científica. À esquerda está o número, e à direita sua representação em notação científica.

- 5894,43 $\rightarrow 5,8943 \times 10^3$
- 10000 $\rightarrow 1,0000 \times 10^4$
- 0,0042 $\rightarrow 4,2 \times 10^{-3}$
- 1,23 $\rightarrow 1,23 \times 10^0$

II. O QUE SÃO ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS?

Algarismos significativos são números que contribuem para a precisão de uma medida. Quando um número é expresso em notação científica, o número de algarismos significativos é o número de dígitos necessários da mantissa.

Números com três algarismos significativos seriam, por exemplo, 425, $10,2$ e $2,34$. Um caso que geralmente causa confusão é o do número $0,10$. Este número tem dois algarismos significativos (o 1 e o 0 à direita da vírgula). O zero à esquerda da vírgula não é significativo. Outro caso semelhante é o número 0,00030. Este número tem apenas dois algarismos significativos (os dois últimos dígitos, isto é, o 3 e o 0). Note que os zero à esquerda do 3 e os zeros antes da vírgula não são significativos.

III. MEDIDAS DIRETAS E ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS

Suponha que você deseje medir o comprimento de uma folha de papel com uma régua convencional. Sabemos que a régua convencional é capaz de medir até milímetros, de forma que sua resolução é 0,5 mm. Portanto, se você quiser expressar uma medida feita com esta régua, não tem sentido dizer que a medida é 123,456789 mm, pois sua régua não é capaz de fornecer informação além do primeiro algarismo da esquerda. Sendo assim, sua medida poderia ser expressa até o terceiro dígito, que corresponde às unidades, de forma que a leitura correta seria 123 mm, que equivale a 12,3 cm.

IV. OPERAÇÕES ENVOLVENDO ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS

Quando se realiza operações com números com diferentes quantidades de algarismos significativos, deve-se sempre expressar o resultado final com a mesma quantidade de algarismos significativos que o número com a menor quantidade destes. Um exemplo seria a soma $1,0334 + 20,23 + 10,6$. *A priori*, desconsiderando a noção de algarismos significativos, poder-se-ia pensar que o resultado desta soma é 31,8634. No entanto, o número $10,6$ só tem uma incerteza de $\pm 0,1$, de modo que algarismos à direita da primeira casa decimal perdem o sentido, uma vez que a incerteza da primeira casa decimal é maior que os próprios dígitos. Por isto, esta soma deve ser escrita com apenas um algarismo significativo à direita da vírgula, isto é $31,9$.

V. ADEQUANDO O NÚMERO DE ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS AO ERRO

Quando se tem uma determinada medida com um erro associado, como escrevemos a medida em termos do número de algarismos significativos do erro? Basta escrever o erro em notação científica e utilizar **apenas um algarismo significativo** para a mantissa. É importante ressaltar que esta convenção de se utilizar apenas um algarismo significativo para o erro não se aplica sempre, mas será aqui convencionado.

Suponha que o erro de uma dada medida seja $0,589$ e esta medida seja $19,2983$. Deseja-se escrever este resultado na forma: medida ± erro. O primeiro passo é escrever o erro em notação científica: $0,589 = 5,89 \times 10^{-1}$. Para escrever o erro com apenas um algarismo significativo, deve-se realizar arredondamentos nos valores da mantissa, então $5,89 \times 10^{-1} = 6 \times 10^{-1}$. Em seguida, deve-se escrever a medida em termos de potênias de dez, utilizando o mesmo expoente do erro: $19,2983 = 192,983 \times 10^{-1}$. O próximo passo é adequar o número de algarismos significativos da medida com o do erro. Para isto, deve-se realizar arredondamentos até que o algarismo mais à direita da medida represente a unidade, isto é: $192,983 \times 10^{-1} \rightarrow 192,98 \times 10^{-1} 192,9 \times 10^{-1} 193 \times 10^{-1}$. Assim, a medida com seu respectivo erro pode ser escrita como $193 \times 10^{-1} \pm 6 \times 10^{-1} = (193 \times \pm 6) \times 10^{-1} = 19,3 \pm 0,6$. Não se esqueça de colocar a unidade de medida, que neste exemplo foi omitida.

Resumindo:

1. Escreva o erro em notação científica.
2. Faça arredondamentos até que a mantissa tenha apena um dígito.
3. Escreva a medida em potência de dez, com o mesmo expoente do erro.
4. Faça arredondamentos até que não haja casas decimais.
5. Volte à representação original do número, sem usar potências de dez, e escreva a medida ± erro.

VI. EXEMPLOS

Abaixo constam alguns exemplos de como escrever medidas com seus erros, conforme os passos apresentados anteriormente.

- **medida:** 0,000567; **erro:** 0,000009345
  1. $9,345 \times 10^{-7}$
  2. $9,35 \times 10^{-7} \rightarrow 9,4 \times 10^{-7} \rightarrow 9 \times 10^{-7}$
  3. 5670×10^{-7}
  4. Não é necessário fazer arredondamentos na medida
  5. $5670 \times 10^{-7} \pm 9 \times 10^{-7} \rightarrow (5,670 \pm 0,009) \times 10^{-4}$
- **medida:** 40000; **erro:** 334
  1. $3,34 \times 10^{2}$
  2. $3,34 \times 10^{2} \rightarrow 3,3 \times 10^{2} \rightarrow 3 \times 10^{2}$
  3. $40000 \rightarrow 400,00 \times 10^{2}$
  4. $400,00 \times 10^{2} \rightarrow 400 \times 10^{2}$
  5. $400 \times 10^{2} \pm 3 \times 10^{2} \rightarrow (400 \pm 3) \times 10^{2} = 40000 \pm 300$
- **medida:** 2,4569; **erro:** 0,23
  1. $2,3 \times 10^{-1}$
  2. $2,3 \times 10^{-1} \rightarrow 2 \times 10^{-1}$
  3. $24,569 \times 10^{-1}$
  4. $24,569 \times 10^{-1} \rightarrow 24,57 \times 10^{-1} \rightarrow 24,6 \times 10^{-1} \rightarrow 25 \times 10^{-1}$
  5. $25 \times 10^{-1} \pm 2 \times 10^{-1} = 2,5 \pm 0,2$
- **medida:** 10,19; **erro:** 0,10
  1. $1,0 \times 10^{-1}$

2. $1,0 \times 10^{-1} \rightarrow 1 \times 10^{-1}$
3. 101×10^{-1}
4. $101,9 \times 10^{-1} \rightarrow 102 \times 10^{-1}$
5. $102 \times 10^{-1} \pm 1 \times 10^{-1} \rightarrow 10,2 \pm 0,1$

[1] José Henrique Vuolo, Fundamentos da Teoria de Erros, Editora Edgard Blücher.