

ROTEIRO p SIMULAÇÃO: ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS 1

Prof. Nildo Loiola Dias

1 OBJETIVOS

- Verificar na prática o conceito de algarismos significativos.
- Anotar o valor de uma medida com um número correto de algarismos significativos.
- Expressar o resultado de um cálculo com um número correto de algarismos significativos.
- Aplicar a regra do arredondamento.

2 MATERIAL

Para a realização desta prática acesse as simulações: Algarismos Significativos 1.

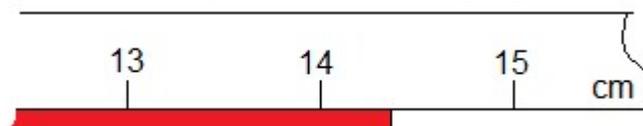
Link para Algarismos Significativos 1: <https://www.laboratoriovirtual.fisica.ufc.br/algarismos-significativos-1>

3 FUNDAMENTOS

Medir uma grandeza significa compará-la com outra de mesma espécie e verificar quantas vezes a primeira é menor ou maior do que esta.

Em geral, a precisão de uma medida é determinada pelo instrumento através do qual a medida é realizada e pela habilidade da pessoa que a realiza. Ao fazermos uma medida, devemos expressá-la de maneira que o resultado represente o melhor possível a grandeza medida. Como exemplo façamos a medida do comprimento do objeto mostrado na Figura 1.

Figura 1 - Medida de comprimento com uma régua graduada em cm.

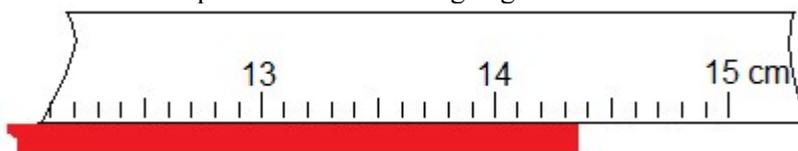


Fonte: próprio autor.

Ao medirmos o comprimento mostrado na Figura 1 com uma régua graduada em centímetros verificamos que o mesmo tem com certeza mais de 14cm . Podemos estimar também que além dos 14cm temos mais uns 3mm . Dizemos, então que o comprimento medido é $14,3\text{cm}$. Observe que nesta medida os algarismos 1 e 4 são exatos enquanto que o 3 foi estimado, sendo, portanto, um algarismo duvidoso. Por que, então, não expressamos o comprimento somente com os algarismos corretos? A resposta é que $14,3\text{cm}$ dá uma melhor idéia do comprimento medido do que simplesmente 14cm . Temos, então, 3 algarismos significativos.

Na Figura 2 podemos dizer que o valor medido é $14,35\text{cm}$, sendo os algarismos 1, 4 e 3 todos corretos e o algarismo 5 estimado. Neste caso temos uma medida com quatro algarismos significativos.

Figura 2 - Medida de comprimento com uma régua graduada em cm e divisões em mm.



Fonte: próprio autor.

Em uma medida, chamamos de algarismos significativos, todos os algarismos corretos mais o primeiro duvidoso.

O algarismo duvidoso surge sempre ao estimarmos uma fração da menor divisão da escala do aparelho de medida.

IDENTIFICANDO ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS

- Quando um número é seguido de uma unidade de medida (m, cm, kg, s, °C, etc.) entenderemos que foi obtido por um processo de medição ou através de cálculos onde foram utilizados valores medidos. Assim, todos os algarismos são significativos, sendo que o algarismo mais à direita é um algarismo duvidoso que também é significativo. Exemplo: 345 km (3 algarismos significativos), 28,437 g (5 algarismos significativos), 2,5 s (2 algarismos significativos).

- Os zeros à esquerda não são significativos. Exemplo: 0,0065 m (2 algarismos significativos), 0,429 kg (3 algarismos significativos).

- Os zeros à direita são significativos. Exemplo: 3,40 m (3 algarismos significativos), 12,00 g (4 algarismos significativos), 350 km (3 algarismos significativos), 0,020 mm (2 algarismos significativos).

- Um número puro, que não foi resultado de medida, tem um número infinito de algarismos significativos. Exemplo: No cálculo do valor médio de três medidas: $(1,84\text{cm} + 1,72\text{cm} + 1,66\text{cm}) / 3$ o número 3 tem infinitos algarismos significativos.

OPERAÇÃO COM ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS:

1) SOMA E/OU SUBTRAÇÃO:

- Algarismo correto \pm algarismo correto = algarismo correto
- Algarismo correto \pm algarismo duvidoso = algarismo duvidoso
- Algarismo duvidoso \pm algarismo duvidoso = algarismo duvidoso

Exemplo 1:

Os lados de um triângulo foram medidos por instrumentos diferentes. Obtiveram-se os seguintes valores: 15,31 cm; 8,752 cm e 17,7 cm. Calcule o perímetro.

$$\begin{array}{r} 15,3\bar{1} \\ 8,7\bar{5}2 \\ \hline 17,7 \\ \hline 41,7\bar{6}2 \end{array}$$

* Os algarismos sublinhados são os algarismos duvidosos.

Quando somamos dois ou mais números levando em consideração os algarismos significativos o resultado deve manter a precisão da parcela menos precisa, isto é, o último algarismo significativo do resultado deve estar na mesma casa decimal da parcela com menor número de casas decimais. No exemplo acima a parcela 17,7 cm tem apenas uma casa decimal; o resultado 41,762 cm apresenta três casas decimais, portanto o resultado deve apresentar apenas uma casa decimal. Para deixarmos o resultado com uma casa decimal devemos fazer uma aproximação do resultado através de um processo chamado de **arredondamento**. Para o **arredondamento** vamos adotar a seguinte regra:

- Se o primeiro algarismo a ser eliminado for maior ou igual a cinco, acrescentamos uma unidade ao primeiro algarismo que está situado à esquerda.
- Se o algarismo a ser eliminado for menor que cinco, devemos manter inalterado o algarismo da esquerda.

Assim, o resultado (41,762 cm) da soma acima deve ser arredondado para (41,8 cm), uma vez que o primeiro algarismo eliminado é o 6 (maior do que cinco).

Nos exemplos a seguir, consideraremos que temos de deixar os valores com 3 algarismos significativos:

7,847 m arredondamos para 7,85 m.

7,844 m arredondamos para 7,84 m.

75,96 g arredondamos para 76,0 g.

75,92 m/s arredondamos para 75,9 m/s.

83,08 km arredondamos para 83,1 km.

Na subtração procedemos como na soma.

Exemplo 2:

Subtraia 46,7 g de 96 g.

$$\begin{array}{r} 96 \\ 46,7 \\ \hline 49,3 \end{array}$$

* Aplicando a regra do arredondamento, temos: 49 g.

Regra para a Soma e/ou Subtração: O resultado de uma soma ou subtração terá o mesmo número de casas decimais da parcela com menor número de casas decimais.

Tabela 1 - Exemplos de escolhas do número correto de algarismos significativos na soma/subtração:

Operações	Resultado da calculadora	Resultado com um n. correto de algarismos significativos
$87,47 \text{ mm} + 156,4724 \text{ mm} =$	243,9424 mm	243,94 mm
$827,856 \text{ cm} - 629,383 \text{ cm} =$	198,473 cm	198,473 cm
$4229 \text{ m} + 827,51 \text{ m} + 8372,7 \text{ m} =$	13429,21 m	13429 m
$183,95 \text{ g} + 299,3 \text{ g} - 83,951 \text{ g} =$	399,299 g	399,3 g

2) MULTIPLICAÇÃO E DIVISÃO:

Aplicando o mesmo artifício (marcação dos duvidosos) à multiplicação de 1,467 m/s por 34,7 s temos:

$$\begin{array}{r} 1,467 \\ 34,7 \\ \hline 10269 \\ 5868 \\ 4401 \\ \hline 50,9049 \end{array}$$

* Como o resultado deve conter apenas um algarismo duvidoso, temos: 50,9 m.

Vários exemplos trabalhados de modo semelhante nos levariam a observar que o número de algarismos significativos de um produto é igual ao número de algarismos significativos do fator que apresenta menor quantidade de algarismos significativos ou igual a esse número mais um.

Na divisão observaríamos comportamento semelhante, pois $a \div b = q$ significa que $a = b \cdot q$.

Para simplificar adotaremos a seguinte regra:

Regra para a Multiplicação e/ou Divisão: O resultado de uma Multiplicação ou Divisão tem o mesmo número de Algarismos Significativos de parcela com o menor número de Algarismos Significativos utilizada no cálculo.

Tabela 2 - Exemplos de escolhas do número correto de algarismos significativos na multiplicação/divisão:

Operações	Resultado da calculadora	Resultado com um n. correto de algarismos significativos
$87,47 \text{ mm} \times 6,47 \text{ mm} =$	565,9309 mm ²	566 mm ²
$827,85 \text{ cm} \div 629,383 \text{ cm} =$	1,315335813	1,3153
$42,29 \text{ m} \times 27,5 \text{ m} \times 837 \text{ m} =$	973410,075 m ³	$9,73 \times 10^5 \text{ m}^3$
$183,95 \text{ kg} \times 299,3 \text{ m} \div 83,951 \text{ s} =$	655,8139272 kg.m/s	655,8 kg.m/s

ATENÇÃO AOS ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS:

- Uma transformação de unidades não modifica o número de algarismos significativos de uma medida. Exemplo: 4,384 m ou 438,4 cm têm ambos quatro algarismos significativos.
- Quando transformamos 46 kg em gramas, não podemos escrever 46000 g, pois neste caso estaríamos indicando a existência de 5 algarismos significativos. Neste caso devemos escrever a medida em notação científica: $4,6 \times 10^3 \text{ g}$.

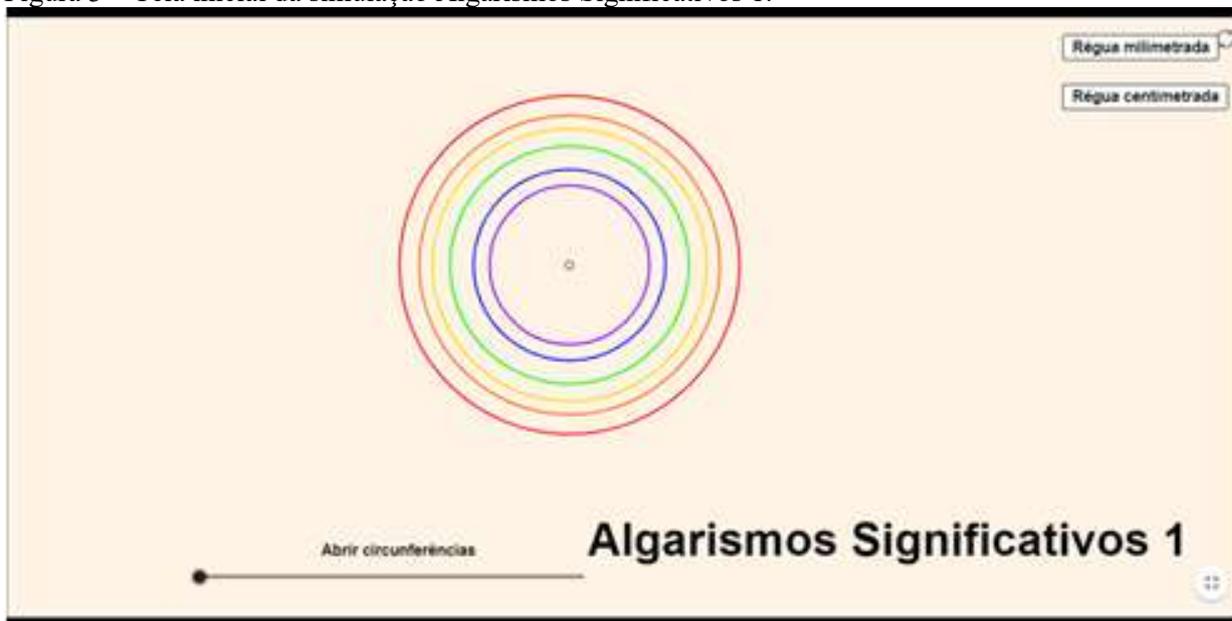
- Constantes do tipo π , $\sqrt{2}$, $\text{sen}\theta$, etc; podem ser escritas com qualquer número de algarismos significativos. Essas constantes deverão ser utilizadas nos cálculos com pelo menos um algarismo significativo a mais do que a parcela com menor número de algarismos significativos.
- Ao resolver um problema envolvendo diversas operações, o resultado obtido, em geral, deve ser expresso com o mesmo número de algarismos significativos da parcela com menor número de algarismos significativos.

4 PROCEDIMENTOS

Para a realização dos procedimentos a seguir, acesse a simulação Algarismos Significativos 1: <https://www.laboratoriovirtual.fisica.ufc.br/algarismos-significativos-1>

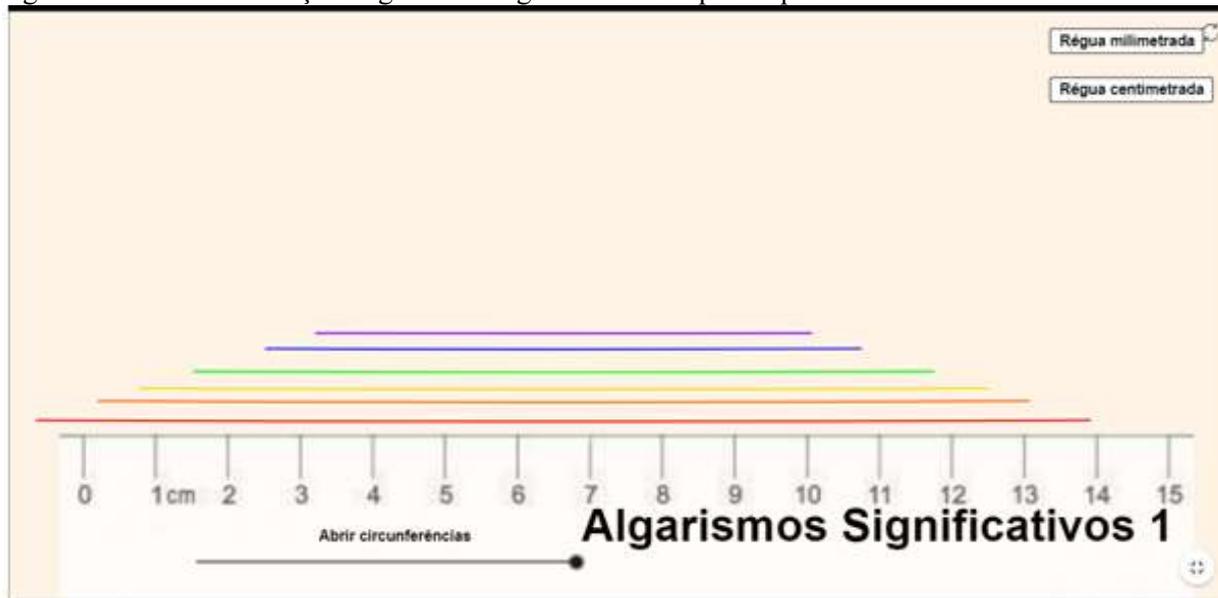
Na Figura 3 podemos ver a tela inicial da simulação Algarismos Significativos 1 e na Figura 4 a tela da mesma simulação após deslocar o cursor para a direita e escolher a régua em cm. A régua pode ser arrastada de modo a permitir fazer a medida desejada.

Figura 3 – Tela inicial da simulação Algarismos Significativos 1:



Fonte: próprio autor.

Figura 4 – Tela da simulação Algarismos Significativos 1 após os procedimentos descrito no texto.



Fonte: próprio autor.

Na simulação Algarismos Significativos 1 há uma série de 6 circunferências concêntricas; um cursor que ao ser movimentado, abre as circunferências de modo a permitir a medida de cada comprimento de circunferência; uma régua graduada em cm e outra graduada em mm e com divisões em mm, permitem medir os diâmetros e os comprimentos das circunferências com diferentes números de algarismos significativos.

PROCEDIMENTO 1: Medidas dos diâmetros e dos comprimentos das circunferências com a régua graduada em **cm**.

1.1 Meça com a régua graduada em **cm** o diâmetro e o comprimento de cada circunferência e anote as medidas correspondentes na Tabela 3. Considere as circunferências numeradas em ordem crescente sendo a circunferência 1 a menor.

OBS: A régua graduada em **cm** fornecida não tem as subdivisões correspondentes aos milímetros, então todas as medidas realizadas (e anotadas em “cm”) devem conter apenas uma casa decimal.

1.2 Calcule a razão Comprimento da circunferência dividida pelo raio com um número correto de algarismos significativos de acordo com suas medidas e anote na Tabela 3.

Tabela 3 - Medidas com a régua graduada em **cm**.

Circunferência	Diâmetro (cm)	Comprimento (cm)	Comprimento/ Diâmetro
1			
2			
3			
4			
5			
6			

1.1 Faça o gráfico do Comprimento da circunferência (C) em função do diâmetro (D) para os dados obtidos com a régua graduada em cm.

PROCEDIMENTO 2: Medidas dos diâmetros e dos comprimentos das circunferências com a régua graduada em **mm**.

2.1 Meça com a régua graduada em **mm** o diâmetro e o comprimento de cada circunferência e anote as medidas correspondentes na Tabela 4. Considere as circunferências numeradas em ordem crescente sendo a circunferência 1 a menor.

OBS: A régua graduada em **mm** fornecida tem as subdivisões correspondentes aos milímetros, então todas as medidas realizadas (e anotadas em “mm”) devem conter duas casas decimais.

2.2 Calcule a razão Comprimento da circunferência dividida pelo raio com um número correto de algarismos significativos de acordo com suas medidas e anote na Tabela 4.

Tabela 4 - Medidas com a régua graduada em **mm**.

Circunferência	Diâmetro (mm)	Comprimento (mm)	Comprimento/Diâmetro
1			
2			
3			
4			
5			
6			

2.3 Faça o gráfico do Comprimento da circunferência (C) em função do diâmetro (D) para os dados obtidos com a régua graduada em mm.

5 QUESTIONÁRIO

- 1- Calcule, baseado nos dados da Tabela 3, a área dos círculos indicados na Tabela 5 e anote o resultado com um número correto de algarismos significativos. Anote também o valor de π exatamente como utilizou nos cálculos.

Tabela 5 – Cálculo das áreas dos círculos.

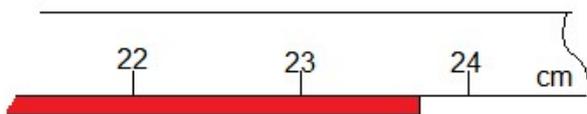
Círculo	1	3	5
Diâmetro (cm)			
Valor numérico de π utilizado			
Área (cm ²)			

- 2- Calcule, baseado nos dados da Tabela 4, a área dos círculos indicados na Tabela 6 e anote o resultado com um número correto de algarismos significativos. Anote também o valor de π exatamente como utilizou nos cálculos.

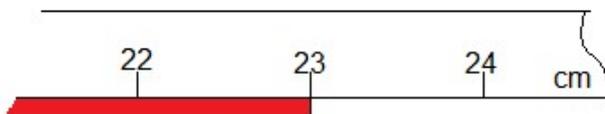
Tabela 6 – Cálculo das áreas dos círculos.

Círculo	1	3	5
Diâmetro (cm)			
Valor numérico de π utilizado			
Área (cm ²)			

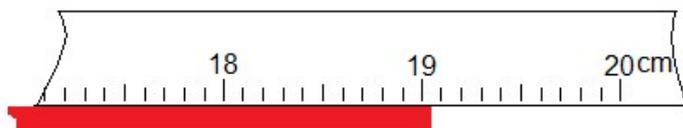
- 3- Faça as leituras dos comprimentos ilustrados nas figuras abaixo com um número correto de algarismos significativos:



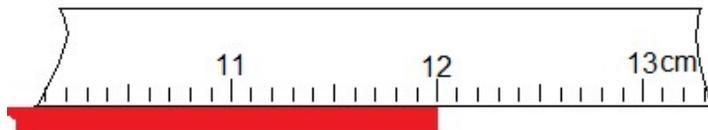
LEITURA 1: _____



LEITURA 2: _____



LEITURA 3: _____



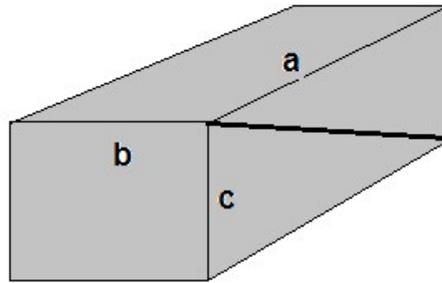
LEITURA 4: _____

Fonte: próprio autor.

- 4- No quadro abaixo, fizemos as contas com uma calculadora e deixamos para você escolher a resposta com um número correto de algarismos significativos.

OPERAÇÕES	RESULTADO DA CALCULADORA	RESULTADO COM UM NÚMERO CORRETO DE ALG. SIGNIFICATIVOS
$22,37 \text{ m} + 35,4 \text{ m} =$	57,77 m	
$37,42 \text{ cm} - 12,1 \text{ cm} =$	25,32 cm	
$2,53 \text{ m} \times 6,8 \text{ m} \times 4,481 \text{ m} =$	77,091124 m ³	
$(24,81 \text{ m} : 7,98 \text{ s}) \times 3,5 \text{ s} =$	10,88157895 m	

- 5- No paralelepípedo mostrado na figura, os lados “a”, “b” e “c” medem respectivamente 10,75 cm; 7,31 cm e 4,83 cm. Calcule o que se pede e dê sua resposta com um número correto de algarismos significativos:
- (a) A diagonal da face **ac**.
 (b) A área total de suas faces.



- 6- O diâmetro de uma peça cilíndrica é $D = 47,29$ mm. Sabendo que a área da seção transversal é dada por $A = \pi R^2$, calcule a área da seção transversal usando o π com 3, 4, 5, 6 e 7 algarismos significativos e observe quando deixa de haver diferença no quarto algarismo significativo da resposta. Use uma calculadora e anote todos os algarismos fornecidos pela calculadora, finalmente dê sua resposta com um número correto de algarismos significativo.

π	R^2 (mm ²)	A (mm ²)
3,14		
3,142		
3,1416		
3,14159		
3,141593		

Resposta com um número correto de algarismos significativos:

- 7- Com relação a questão anterior com quantos algarismos significativos devemos usar o número π para obtermos uma resposta com quatro algarismos significativos?