

Cálculo Numérico

Um guia prático com Python

Prof. Dr. Rogério Vargas¹

¹Centro de Estudos do Mar
Universidade Federal do Paraná

2026

Vamos nos conhecer?



Olá! Bem-vindo a componente **Cálculo Numérico**. Este material contém um direcionamento das aulas realizadas.

O professor

- Apresentação no prezi. Clique aqui.
- Pesquisa atual Clique aqui
- Imagens LiDAR

Aprovação

Frequência e avaliações.

Mas afinal, o que veremos na componente?

Python

Iremos implementar várias funções utilizando a linguagem de programação Python a partir da versão 3.

- Python.org (oficial)
 - Google Colab
 - OnlineBGD
 - Replit



RU

Conteúdo das Aulas I

- Python

1. Por que estudar Cálculo Numérico?

- Exemplos
- Objetivos
- Grave isso

2. Aritmética de Ponto Flutuante





Encontro 3:

Por que estudar

Cálculo Numérico?

Exemplos



- Foguete Ariane 5 (veja o vídeo)

- Ano 1996
- US\$ 500 mi (foguete)
- US\$ 7 bi (projeto)
- *Overflow foi a causa*

- Código em Python

```
1 # Soma de pontos flutuantes
2 a = 0.1
3 b = 0.2
4 c = a + b
5 print(c)
6 # Output: 0.30000000000000004
```



Objetivos

FEU

- Reconhecer a importância do cálculo numérico
- Conhecer princípios básicos usados em cálculo numérico.
- Reconhecer problemas que podem ser resolvidos por cálculo numérico.
- Estabelecer fases para a resolução de problemas reais.



Objetivos

FEU

- Compreender como os números são representados nas calculadoras e computadores e como são realizadas as operações numéricas nestes sistemas digitais.
- Entender o que são métodos numéricos de aproximação, como e por que utilizá-los.
- Identificar problemas que requerem o uso de técnicas numéricas para a obtenção de sua solução.



Objetivos

FEU

- Conhecer e aplicar os principais métodos numéricos para a solução de problemas clássicos. Ex.: obter zeros reais de funções reais, resolver sistemas de equações lineares, fazer interpolação polinomial, ajustar curvas e fazer integração numérica
- Estimar e analisar os erros obtidos devido à aplicação de métodos numéricos e propor soluções para minimizá-los e se possível, eliminá-los



Grave isso

Em um método numérico, uma solução aproximada é obtida de forma construtiva:

1. Partindo de aproximações iniciais, vão sendo construídas novas aproximações até que uma aproximação considerada "boa" seja obtida.
2. Um método numérico pode ser escrito em forma de algoritmo com as operações (ou grupos de operações), podendo ser executadas repetidamente.



FEU

Cálculo numérico



Considerações finais

- As soluções numéricas dependem da qualidade do modelo matemático, assim como do próprio método utilizado para a solução.
- Existem vários métodos que resolvem o mesmo problema, estudaremos alguns deles para comparar a qualidade, defeitos e aplicabilidade.



Encontro 4:

Aritmética de Ponto

Flutuante

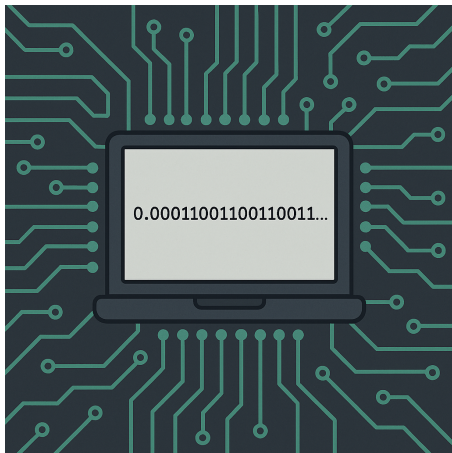
Objetivos

FEU

- Conversões entre bases.
- Notação científica.
- Arredondamento e erros.
- Aritmética de ponto flutuante.
- Compreender os erros nas conversões.
- Compreender o código em Python de erro de arredondamento.



Visão geral



Exemplo prático:

Python

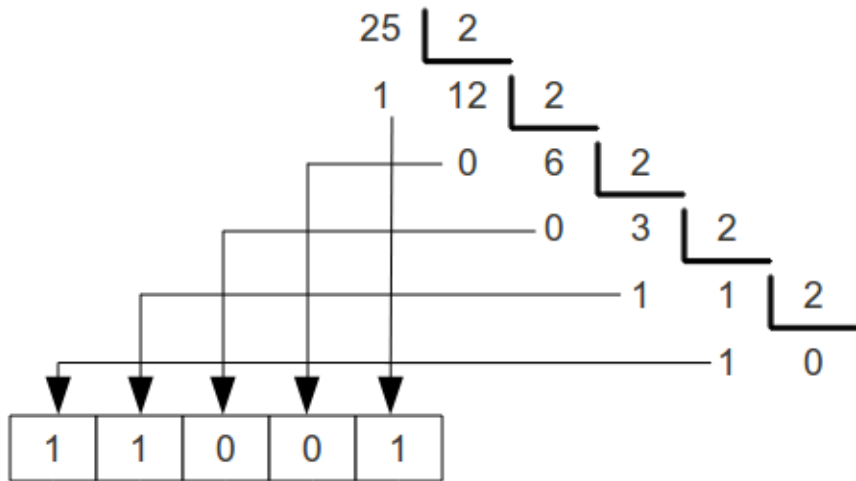
```
0.1 + 0.2
```

```
0.30000000000000004
```

Motivo:

- 0,1 não é representável exatamente no binário.
- Isso gera pequenos erros acumulados nos cálculos.
- Entender a base 2 é essencial para compreender:
 - Precisão numérica
 - Arredondamento
 - Estabilidade de métodos numéricos

Conversão de decimal para binário



Conversão de binário para decimal



2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
1	0	1	1	0	1	1

$$2^6 \times 1 + 2^5 \times 0 + 2^4 \times 1 + 2^3 \times 1 + 2^2 \times 0 + 2^1 \times 1 + 2^0 \times 1 = 91$$

Conversão de bases



Converta os seguintes valores da sua base para binário ou decimal

1. $x = 2_{(10)}$
2. $x = 123_{(10)}$
3. $x = 10110_{(2)}$
4. $x = 1111_{(2)}$
5. $x = 1111_{(10)}$
6. $x = 27,75_{(10)}$
7. $1100,01_2$

Notação científica

Notação científica é uma forma de expressar números muito grandes ou muito pequenos de maneira mais simplificada.

Definição:

Formalmente, um número está em notação científica quando é representado como o produto de um número real (a), tal que $(1 \leq |a| < 10)$, e uma potência de 10, escrita como (10^n) , onde (n) é um número inteiro. A forma geral é:

$$a \cdot 10^n$$

onde a é a mantissa e n o expoente. Sendo, $1 \leq a < 10$ ou $-10 < a \leq -1$ e n um número inteiro.

Notação científica



Converte de notação científica para decimal:

1. $x = 1,2 \cdot 10^5$
2. $x = 9,2 \cdot 10^{-5}$
3. $x = -7,2123 \cdot 10^7$

Notação científica

Converte de decimal para notação científica:

1. 1250000
2. 5000000000000
3. 0,0000256
4. $-0,0000003$
5. 0,0100003



Arredondamento e erros



Definição: Arredondamento por Truncamento

Se desejamos arredondar utilizando DIGSE= 3, devemos simplesmente ignorar os dígitos restantes após o terceiro significativo.

a saber que DIGSE significa DIGitos Significativos Exatos.

Arredondamento e erros



Definição: Arredondamento por aproximação

Se desejamos arredondar utilizando DIGSE= 3, devemos olhar para o dígito seguinte a esse, ou seja, o quarto, o qual usaremos a notação d_4 . Se esse dígito for entre 0 e 4 não mudamos o terceiro dígito d_3 , porém se for entre 5 e 9 adicionamos uma unidade ao terceiro dígito.

Arredondamento e erros



Exemplo

Represente os números $x_1 = 0,437$, $x_2 = 0,144$, $x_3 = -0,495$ e $x_4 = 0,314159265 \cdot 10^1$ com dois dígitos significativos por truncamento e arredondamento.

Arredondamento e erros



Underflow

Ocorre quando o resultado de uma operação de ponto flutuante é menor em magnitude (ou seja, mais próximo de zero) do que o menor valor representável como um número de ponto flutuante normal no tipo de dados de destino. Isso significa que o resultado é tão pequeno que não pode ser adequadamente representado na memória do computador.

$$[x < \text{fmin}_N]$$

onde:

- x é o resultado da operação.
- (fmin_N) é o menor valor positivo normal representável em ponto flutuante.

É importante considerar essas limitações ao trabalhar com cálculos numéricos em ponto flutuante.

Arredondamento e erros

Overflow

Ocorre quando o resultado de uma operação de ponto flutuante é maior em magnitude do que o maior valor representável como um número de ponto flutuante normal no tipo de dados de destino. Isso significa que o resultado é tão grande que não pode ser adequadamente representado na memória do computador.

$$x > \text{fmax}_N]$$

onde:

- x é o resultado da operação.
- (fmax_N) é o maior valor positivo normal representável em ponto flutuante.

É importante considerar essas limitações ao trabalhar com cálculos numéricos em ponto flutuante.

Código-fonte de erro de arredondamento



Vamos criar dois programas:

1. O usuário entra com número e o programa devolve e notação científico, faça vice-verso.
2. Entrar com numero flutuante e retornar com truncamento e arredondamento definido pelo usuário.

