



CCP9040 Introdução à Programação Científica

Lagntangen, H. P. A Primer on Scientific Programming with Python

Linguagem e Ambiente

- **Linguagem:** Python 3.x
- **Ambiente:** Jupyter Notebook (Google Colab)
- **Editor:** Google Colab (ou Jupyter Notebook)

Por que Python?

Mar 2025	Mar 2024	Change	Programming Language		Ratings	Change
1	1			Python	23.85%	+8.22%
2	3	▲		C++	11.08%	+0.37%
3	4	▲		Java	10.36%	+1.41%
4	2	▼		C	9.53%	-1.64%
5	5			C#	4.87%	-2.67%

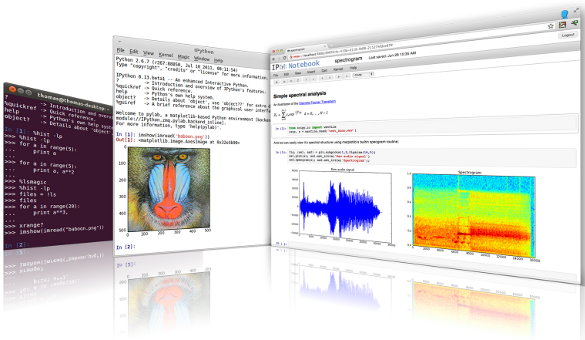
Python

- **O que é?** Linguagem de programação de alto nível, versátil e com sintaxe legível.
- **Ecossistema:** Vasta biblioteca padrão + bibliotecas de terceiros (NumPy, Pandas, Matplotlib...).
- **Foco (neste curso):** Ideal para computação científica, análise de dados e automação.



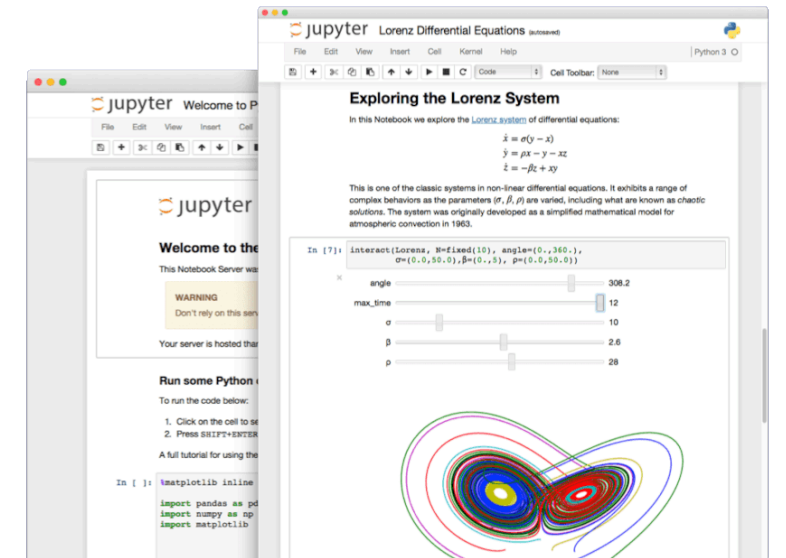
Ferramentas Interativas: IPython

- **O que é?** Um **shell interativo avançado** para Python (melhora o terminal `python`).
- **Recursos Chave:**
 - Autocompletar (Tab)
 - Ajuda (`?` , `??`)
 - Comandos "mágicos" (`%timeit` , `%run`)
 - Melhor visualização.
- **É a base para o Jupyter.**



Ambiente de Desenvolvimento: Jupyter

- **O que é?** Ambiente **web** para criar **Notebooks** (`.ipynb`).
- **Notebooks Combinam:**
 - Código executável (Python, etc.)
 - Texto formatado (Markdown)
 - Visualizações (gráficos)
 - Resultados
- **Uso:** Exploração de dados, prototipagem, relatórios, ensino.





Ambiente na Nuvem: Google Colab

- **O que é?** Versão **gratuita** e **online** do Jupyter Notebook, hospedada pelo Google.
- **Vantagens:**
 - **Sem instalação** necessária.
 - Acesso a **GPUs e TPUs** gratuitas (ótimo para IA/ML).
 - Integração com **Google Drive**.
 - Fácil **compartilhamento** e colaboração.
- **Usaremos bastante!**

Conceitos Básicos

Conceito	Descrição
Código	Conjunto de instruções escritas em uma linguagem de programação.
Script	Arquivo de texto contendo código-fonte (ex: <code>script.py</code>).
Variável	Espaço na memória com um rótulo, usado para armazenar dados.
Função	Bloco de código que executa uma tarefa específica e pode ser reutilizado.

Exercise 1.2: Write a Hello World program

Almost all books about programming languages start with a very simple program that prints the text Hello, World! to the screen. Make such a program in Python.

Filename: `hello_world.py` .

O que é um Programa?

Um programa é uma sequência de instruções escritas em uma linguagem de programação (como Python) que dizem ao computador exatamente o que fazer, passo a passo, para realizar uma tarefa específica ou resolver um problema.

Para que serve?

Programas nos permitem automatizar tarefas, fazer cálculos complexos, criar jogos, analisar dados, e muito mais. O computador apenas segue as instruções que nós escrevemos no programa.



Exercise 1.1: Compute 1+1

The first exercise concerns some very basic mathematics and programming: assign the result of $1+1$ to a variable and print the value of that variable. Filename: `1plus1.py`.



O que é uma Variável?

Uma variável é um espaço na memória do computador ao qual damos um nome simbólico (uma etiqueta) e que usamos para armazenar um dado (como um número, um texto ou outro tipo de informação).

Para que serve?

Usamos variáveis para guardar informações que podemos precisar usar ou modificar mais tarde no nosso programa. Em vez de usar o valor diretamente toda vez, usamos o nome da variável. O valor dentro da "caixa" pode mudar durante a execução do programa.

Nomes em Python: Variáveis e Classes (PEP 8)

Escolher bons nomes é crucial para a **legibilidade** e **manutenção** do código!

Regras Gerais (Obrigatório)

- Nomes devem começar com uma **letra** (a-z, A-Z) ou **underscore** (`_`).
- O restante pode conter letras, números (0-9) e underscores.
- São **Case-Sensitive**: `minha_var` é diferente de `Minha_Var`.
- **Não podem** ser **Palavras Reservadas** (como `if`, `for`, `while`, `class`, `def`, `import`, `True`, `False`, `None`, etc.).

Convenções (Boas Práticas - PEP 8)

Variáveis (e Funções):

snake_case

- Use **letras minúsculas**.
- Separe palavras com **underscore**.
- **Exemplos:**

```
taxa_juros = 0.05
```

```
_variavel_interna = 10 def  
calc_media(lista_numeros):
```

Classes: CapWords

- Comece **cada palavra** com **letra maiúscula**.
- **Não** use underscores para separar palavras.
- **Exemplos:**
 - `class Ponto2D:`
 - `class SmallTown:`

Por que seguir as convenções?

- **Legibilidade:** Facilita a leitura e compreensão do código por você e por outros.
- **Padrão da Comunidade:** A maioria das bibliotecas Python segue essas convenções.
- **Manutenção:** Código legível é mais fácil de depurar e modificar.

Em resumo: use `snake_case` para variáveis e funções, e `CapWords` para classes.

Tipos de Dados Básicos e Literais

Vamos explorar os blocos de construção fundamentais para armazenar dados em Python: números inteiros, números de ponto flutuante e texto.

Literais: Valores Fixos no Código

- **O que são?** Representações diretas de valores fixos no código-fonte.
- Quando você escreve `10` , `3.14` ou `"olá"` , você está usando literais.
- Python infere o tipo de dado a partir do formato do literal.

Inteiros (`int`)

- **O que são?** Números inteiros, positivos, negativos ou zero, sem parte decimal.
- **Uso:** Contagem, indexação, operações matemáticas exatas.

```
# Declaração usando literais inteiros
ano_nascimento = 1995
quantidade_itens = 10
saldo_devedor = -50
temperatura_zero_absoluto = -273

# Verificando o tipo
print(type(ano_nascimento))
print(type(quantidade_itens))
```

Ponto Flutuante (float)

- **O que são?** Números que possuem uma parte decimal (usam `.`).
- **Uso:** Medidas, cálculos científicos, valores monetários (com ressalvas*).
- Podem ser representados em notação científica (`e` ou `E`).

```
# Declaração usando literais float
preco_produto = 49.99
pi_aproximado = 3.14159
temperatura_media = -5.5
distancia_anos_luz = 4.246e16 # 4.246 * 10^16

# Verificando o tipo
print(type(preco_produto))
print(type(pi_aproximado))
print(type(distancia_anos_luz))
```

Strings (`str`)

- **O que são?** Sequências de caracteres (letras, números, símbolos) usadas para representar texto.
- **Delimitadores:** Podem ser declaradas com:
 - Aspas simples: `'Olá, mundo!'`
 - Aspas duplas: `"Python é legal"`
 - Aspas triplas (simples ou duplas): `'''Texto em múltiplas linhas'''` ou `"""Outro texto longo"""`
- **Uso:** Nomes, mensagens, arquivos de texto, dados categóricos.

Strings (`str`) - Exemplos

```
# Declaração usando literais string
nome_disciplina = "Introdução à Programação Científica"
mensagem_curta = 'Use Colab!'
paragrafo = """
Este é um exemplo de string
que ocupa várias linhas no código.
É útil para documentação ou textos longos.
"""

codigo_ufc = 'CCP9040'

# Verificando o tipo
print(type(nome_disciplina))
print(type(mensagem_curta))
print(type(paragrafo))
print(type(codigo_ufc)) # Mesmo contendo números, é uma string!
```

Strings (`str`) - F-Strings

- Uma forma conveniente e legível de formatar strings, incorporando valores de variáveis diretamente.
- Prefixe a string com `f` ou `F` e coloque as variáveis entre chaves `{}`.

```
nome_aluno = "Maria"
nota = 9.5
disciplina = "CCP9040"

# Usando f-string
mensagem = f"A aluna {nome_aluno} tirou {nota} na disciplina {disciplina}."
print(mensagem)

# Exemplo com cálculo dentro da f-string
a = 5
b = 3
print(f"A soma de {a} e {b} é {a + b}.")
```

Exercise 1.3: Derive and compute a formula

Can a newborn baby in Norway expect to live for one billion (10^9) seconds? Write a Python program for doing arithmetics to answer the question. Filename:

`seconds2years.py` .

Exercise 1.6: Compute the growth of money in a bank

Let p be a bank's interest rate in percent per year. An initial amount A has then grown to

$$A \left(\frac{1 + p}{100} \right)^n$$

after n years. Make a program for computing how much money 1000 euros have grown to after three years with 5 percent interest rate. Filename:

`interest_rate.py`.

Exercise 1.8: Type in program text

Type the following program in your editor and execute it. If your program does not work, check that you have copied the code correctly.

```
from math import pi

h = 5.0 # height
b = 2.0 # base
r = 1.5 # radius

area_parallelogram = h*b # area of a parallelogram
print('The area of the parallelogram is %.3f' % area_parallelogram)
area_square = b**2 # area of a square
print('The area of the square is %g' % area_square)
area_circle = pi*r**2 # area of a circle
print('The area of the circle is %.3f' % area_circle)
volume_cone = 1.0/3*pi*r**2*h # volume of a cone
print('The volume of the cone is %.3f' % volume_cone)
```

Filename: `formulas_shapes.py` .

Exercise 1.9: Type in programs and debug them

Type these short programs in your editor and execute them. When they do not work, identify and correct the erroneous statements.

1. Does $\sin^2(x) + \cos^2(x) = 1$?

```
# Define the angle
x = pi/4

# Calculate sin^2(x) + cos^2(x)
1_VAL = sin(x)^2 + cos(x)^2

# Print the result
print(1_val)
```

2. Compute `d` in meters when

$$d = v_0 t + 0.5 a t^2, \text{ with } v_0 = 3 \text{ m/s}, t = 1 \text{ s}, a = 2 \text{ m/s}^2.$$

```
v0 = 3 m/s
t = 1 s
a = 2 m/s**2

# Calculate distance using the formula
d = v0.t + 0.5.a.t^2

print(d) # Should print 4.0
```

3. Verify these equations:

$$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

$$(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2$$

```
a = 3,3      # Define variables a and b
b = 5,3
a2 = a**2 # Pre-calculate squares
b2 = b**2
eq1_sum = a2 + 2ab + b2 # Calculate the expanded forms
eq2_sum = a2 - 2ab + b2
eq1_pow = (a + b)**2      # Calculate the squared forms
eq2_pow = (a - b)**2
print(f'1st equation: {eq1_sum} = {eq1_pow}')
print(f'2nd equation: {eq2_sum} = {eq2_pow}')
```

Filename: `exercises_debug.py` .

Exercise 3.1: Write a Fahrenheit-Celsius conversion function

The formula for converting Fahrenheit degrees to Celsius is given by:

$$C = \frac{5}{9}(F - 32)$$

Write a function `c(F)` that implements this formula.

Hint: Do not test `c(F(c)) == c` exactly, but use a tolerance for the difference.

Filename: `f2c.py`.

O que é uma Função?

- Um **bloco de código nomeado** que realiza uma tarefa específica.
- **Reutilizável:** Pode ser chamado (executado) várias vezes de diferentes partes do programa.
- **Organização:** Ajuda a dividir o código em partes menores e mais gerenciáveis.
- **Abstração:** Esconde os detalhes da implementação, focando no *o quê* a função faz, não no *como*.

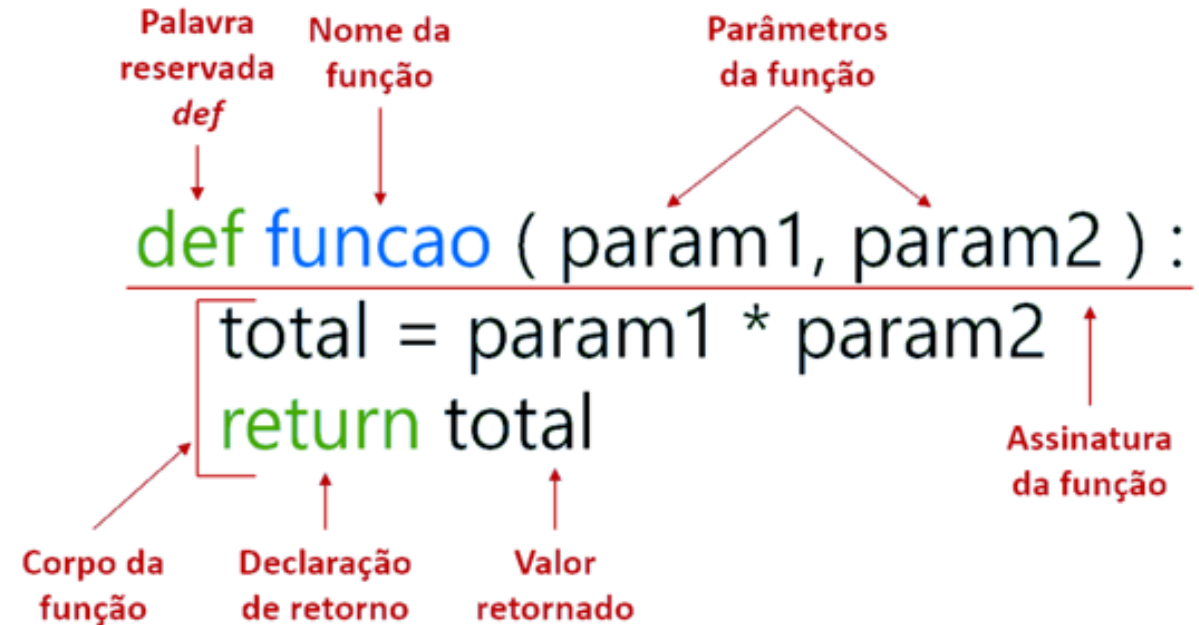
```
def saudacao(nome):  
    """Esta função imprime uma saudação."""  
    mensagem = f"Olá, {nome}!"  
    print(mensagem)
```

```
def somar(a, b):  
    """Esta função retorna a  
    soma de dois números."""  
    resultado = a + b  
    return resultado
```

```
def soma_e_diferenca(a, b):  
    """Esta função retorna dois  
    valores: a soma e a diferença."""  
    soma = a + b  
    diferenca = a - b  
    return soma, diferenca
```

Declaração de Função

- Use a palavra-chave `def`, seguida pelo nome da função, parênteses `()` e dois pontos `:`.
- O corpo da função (código a ser executado) deve ser indentado.
- Pode receber **parâmetros** (entradas) dentro dos parênteses.
- Pode **retornar** valores usando a palavra-chave `return`.



Chamando uma Função

- Para executar uma função, use seu nome seguido por parênteses `()`.
- Se a função espera parâmetros, forneça os **argumentos** dentro dos parênteses.
- Se a função retorna um valor, você pode armazená-lo em uma variável.

```
# Chamando a função saudacao
saudacao("Aluno")
saudacao("Professor")

# Chamando a função somar e armazenando o resultado
resultado_soma = somar(5, 3)
print(f"O resultado da soma é: {resultado_soma}")

# Chamando e usando o retorno diretamente
print(f"Outra soma: {soma_e_diferenca(10, -2)}")
```

Exercise 3.3: Write a function for solving quadratic equations

Given a quadratic equation $ax^2 + bx + c = 0$, write a function `roots(a, b, c)` that returns the two roots of the equation.

- The returned roots should be `float` objects when the roots are real.
- If the roots are complex, the function should return `complex` objects.

Filename: `quadratic_roots.py` .

Exercise 3.10: Simulate a program by hand

Simulate the following program by hand to explain what is printed:

```
def a(x):  
    q = 2  
    x = 3 * x  
    return q + x  
  
def b(x):  
    global q  
    q += x  
    return q + x  
  
q = 0  
x = 3  
print(a(x), b(x), a(x), b(x))
```

Exercise: Fibonacci numbers

Write a function `fibonacci(n)` that returns the Fibonacci number of order `n`. The Fibonacci numbers are defined as follows:

$$F_0 = 0, F_1 = 1, F_n = F_{n-1} + F_{n-2} \text{ for } n \geq 2$$

The Fibonacci numbers are: 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, ...

Filename: `fibonacci.py`.

```
a_global = 100 # Escopo Global

def func1(b):
    a_local = 10 # Escopo Local
    print(f"a_local: {a_local}")
    print(f"b: {b}")
    print(f"a_global: {a_global}")
    a_global = 200
    print(f"a_global: {a_global}")

b = 5
print(f"func_1{func_1(b)}")
print(f"a_global: {a_global}")
```

```
a_global = 100 # Escopo Global

def func1(b):
    global a_global
    a_local = 10 # Escopo Local
    print(f"a_local: {a_local}")
    print(f"b: {b}")
    print(f"a_global: {a_global}")
    a_global = 200
    print(f"a_global: {a_global}")

b = 5
print(f"func_1{func_1(b)}")
print(f"a_global: {a_global}")
```

Escopo de Variáveis

- **Escopo Local:** Variáveis criadas *dentro* de uma função só existem *dentro* dessa função. Elas são destruídas quando a função termina.
- **Escopo Global:** Variáveis criadas *fora* de qualquer função são globais e podem ser acessadas (lidas) de qualquer lugar do script, inclusive dentro de funções.
- Para *modificar* uma variável global dentro de uma função, use a palavra-chave `global` . (Geralmente evitado, prefira passar como parâmetro e retornar).

Controle de Fluxo

Como fazer o programa tomar decisões e repetir tarefas.

Controle de Fluxo: O Que É?

- É a ordem em que as instruções de um programa são executadas.
- Por padrão, a execução é **sequencial** (uma instrução após a outra).
- Estruturas de controle de fluxo permitem **alterar** essa ordem:
 - **Execução Condicional:** Executar blocos de código apenas se certas condições forem verdadeiras (`if` , `elif` , `else`).
 - **Repetição (Loops):** Executar blocos de código múltiplas vezes (`for` , `while`).

Condicional: `if`, `elif`, `else`

- Permite que o programa escolha qual caminho seguir com base em condições (expressões que resultam em `True` ou `False`).

```
# Sintaxe
if condicao1:
    # Bloco executado se condicao1 for True
    print("Condição 1 é verdadeira")
elif condicao2:
    # Bloco executado se condicao1 for False e condicao2 for True
    print("Condição 1 é falsa, mas Condição 2 é verdadeira")
else:
    # Bloco executado se todas as condições anteriores forem False
    print("Nenhuma das condições anteriores é verdadeira")
```

- A indentação (espaços no início da linha) é **crucial** para definir os blocos!
- `elif` (else if) e `else` são opcionais.

Condicional: Exemplo

```
temperatura = 25

if temperatura > 30:
    print("Está muito quente!")
elif temperatura > 20:
    print("Temperatura agradável.")
elif temperatura < 10:
    print("Está frio!")
else:
    print("Temperatura amena.")
```

```
# Exemplo com verificação de número
numero = -5
if numero > 0:
    print(f"{numero} é positivo.")
elif numero == 0:
    print(f"{numero} é zero.")
else:
    print(f"{numero} é negativo.")
```

Repetição: Laço **for**

- Usado para **iterar** sobre os itens de uma sequência (como uma lista, uma string, um range) ou qualquer objeto iterável.
- Executa o bloco de código indentado uma vez para cada item na sequência.

```
# Sintaxe
for variavel_item in sequencia:
    # Bloco de código executado para cada item
    print(f"Processando item: {variavel_item}")

print("Loop 'for' concluído.")
```

Laço for - Exemplos

```
# Iterando sobre uma lista de números
numeros = [1, 2, 3, 4, 5]
soma = 0
for n in numeros:
    soma = soma + n
    print(f"Item atual: {n}, Soma parcial: {soma}")
print(f"Soma total: {soma}")

# Iterando sobre uma string
palavra = "Python"
for letra in palavra:
    print(letra)

# Usando range() para gerar uma sequência de números
# range(1, 6) -> 1, 2, 3, 4, 5
# range(0, 10, 2) -> 0, 2, 4, 6, 8
for i in range(5):
    print(f"Contagem: {i}")
```

Repetição: Laço `while`

- Executa um bloco de código **enquanto** uma condição especificada for `True`.
- A condição é verificada *antes* de cada iteração.

```
# Sintaxe
while condicao:
    # Bloco de código executado enquanto condicao for True
    print("Dentro do loop while...")
    # É crucial que algo dentro do loop eventualmente
    # faça a condição se tornar False, para evitar loop infinito!

print("Loop 'while' concluído.")
```

Laço `while` - Exemplo

```
contador = 0
limite = 5

print("Iniciando contagem com while:")
while contador < limite:
    print(f"Contador atual: {contador}")
    contador = contador + 1 # IMPORTANTE: Atualizar a variável da condição

print(f"Contagem finalizada. Contador = {contador}")
```

Cuidado: Loops `while` podem facilmente se tornar infinitos se a condição nunca se tornar `False`.

Alterando o Fluxo dos Loops: `break` e `continue`

- `break` : Interrompe **imediatamente** a execução do loop (`for` ou `while`) mais interno em que se encontra. O programa continua após o bloco do loop.
- `continue` : Pula o restante do código *dentro* da iteração atual do loop e passa para a **próxima iteração**.

break e continue - Exemplos

```
print("Exemplo com break:")
for i in range(10): # 0 a 9
    if i == 5:
        print("Encontrei o 5, saindo do loop!")
        break # Interrompe o loop for
    print(f"Processando {i}")
print("Após o loop com break.\n")

print("Exemplo com continue:")
for i in range(10): # 0 a 9
    if i % 2 == 0: # Se i for par
        continue # Pula para a próxima iteração, ignora o print abaixo
    print(f"Número ímpar encontrado: {i}")
print("Após o loop com continue.")
```


Exercise 3.2: Evaluate a sum and write a test function

- a) Write a Python function `sum_1k(M)` that returns the sum $s = \sum_{k=1}^M \frac{1}{k}$.
- b) Compute s for $M = 3$ by hand and write another function `test_sum_1k()` that calls `sum_1k(M)` with $M = 3$ and checks that the result is correct.

Exercise: Find the `n` first prime numbers

Write a function `is_prime(n)` that returns `True` if `n` is prime and `False` otherwise. Write another function `first_n_primes(n)` that returns the first `n` prime numbers.