

Fatorial na Matemática: Um Conceito Central

Definição Formal

O fatorial de um número inteiro não negativo n , denotado por $n!$, é o produto de todos os inteiros positivos menores ou iguais a n :

$$n! = n \cdot (n-1) \cdot (n-2) \cdot \dots \cdot 2 \cdot 1$$

Por convenção:

$$0! = 1$$

Essa definição recursiva também é válida:

$$n! = \begin{cases} 1, & \text{se } n = 0 \\ n \cdot (n-1)!, & \text{se } n > 0 \end{cases}$$

Origem e História

- **Hindus e árabes** na Idade Média já lidavam com ideias parecidas ao calcular combinações em jogos ou problemas matemáticos recreativos.
- **Al-Karaji** (matemático persa do século 10) e outros estudiosos islâmicos já manipulavam expressões semelhantes ao fatorial ao estudar polinômios e coeficientes binomiais.
- **Leonhard Euler (1707–1783)** foi o primeiro a formalizar a **função gama**, que estende o fatorial a números não inteiros.
- O símbolo "**!**" foi introduzido por **Christian Kramp** em 1808.
- Desde então, o fatorial tornou-se central em diversas áreas da matemática, estatística, física e ciência da computação.

Propriedades Importantes

1. Recursividade:

$$n! = n \cdot (n-1)!$$

2. Divisibilidade:

Para $n > m \geq 0$, $n!$ é divisível por $m!$

3. Crescimento Rápido:

O fatorial cresce mais rápido que exponenciais:

\$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n!}{n^n} = 0$$

\$

4. Aproximação de Stirling:

Para grandes valores de n , usamos:

\$

$$n! \approx \sqrt{2\pi n} \left(\frac{n}{e}\right)^n$$

\$

(extremamente útil em estatística e análise assintótica)



Aplicações



Combinatória:

- **Permutações** de n elementos:

\$

$$P(n) = n!$$

\$

- **Arranjos:**

\$

$$A(n, p) = \frac{n!}{(n-p)!}$$

\$

- **Combinações:**

\$

$$C(n, p) = \frac{n!}{p!(n-p)!}$$

\$



Probabilidade:

- Distribuições como **binomial**, **hipergeométrica** e **poisson** usam fatoriais em suas fórmulas.



Física:

- Cálculo de estados possíveis de sistemas (termodinâmica e estatística quântica).



Ciência da Computação:

- Análise de algoritmos, especialmente os de força bruta, onde o número de casos pode crescer com $n!$.
- Problemas como o **caixeiro-viajante (TSP)**.

Extensões e Conexões

Conceito	Explicação
Função Gama	Estende $n!$ para números reais e complexos: $n! = \Gamma(n+1)$
Coeficiente Binomial	Usa fatoriais: $\binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!}$
Série de Taylor	Envolve fatoriais no denominador: $\sum \frac{f^{(n)}(a)}{n!}(x-a)^n$
Polinômios de Legendre, Hermite	Utilizam fatoriais em suas fórmulas

Curiosidades

- O crescimento de $n!$ é **superexponencial**.
- Em criptografia e segurança, $n!$ aparece em problemas relacionados a **entropia** e **permutações** de chaves.
- Na **teoria dos números**, fatoriais são usados em provas de propriedades dos primos (ex: **teorema de Wilson**: $(p-1)! \equiv -1 \pmod{p}$).

Tabela dos 10 primeiros fatoriais

n	$n!$
0	1
1	1
2	2
3	6
4	24
5	120
6	720
7	5040
8	40320
9	362880
10	3.628.800

O que é o fatorial?

O **fatorial de um número natural n** , representado por $n!$, é o produto de todos os números inteiros positivos menores ou iguais a n .

Exemplos rápidos:

- $3! = 3 \times 2 \times 1 = 6$
- $0! = 1$ (por definição, veremos isso adiante)

Por que $0! = 1$?

É uma definição que **mantém a coerência matemática**, especialmente nas fórmulas de combinação e permutação.

Exemplo:

$$C(n, 0) = \frac{n!}{0! \cdot n!}$$

Para que isso funcione (já que sabemos que existe **1 maneira** de escolher zero elementos), precisamos que:

$$0! = 1$$

Aplicações do fatorial hoje

1. Análise Combinatória

- Contar permutações, arranjos e combinações.
- Usado em probabilidades, sorteios, problemas de organização.

2. Estatística e Probabilidade

- Cálculo de distribuições, como a **Binomial** e a **Poisson**.
- Determinação de quantos resultados possíveis existem em experimentos.

3. Computação e Algoritmos

- Usado em algoritmos de ordenação, estruturas de dados (como árvores binárias de busca).
- Cálculo de complexidade de algoritmos (ex: $O(n!)$ para algoritmos de força bruta).

4. Matemática pura e análise

- Fórmulas de **séries infinitas**, como o desenvolvimento em série de Taylor:

$$e^x = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!}$$

- Estudo de funções especiais, como a função gama (uma extensão do fatorial para números reais e complexos não inteiros).

5. Física e Engenharia

- Cálculo de estados possíveis (ex: **termodinâmica** e **mecânica estatística**).
- Modelagem de fenômenos com séries de potências.

6. Ciência de Dados e IA

- Cálculo de probabilidades em **modelos bayesianos**.
- Determinação de caminhos possíveis em algoritmos de decisão.

Curiosidades

- **Crescimento rápido:** O fatorial cresce absurdamente rápido. Por exemplo:
 - $10! = 3.628.800$
 - $20! = 2.432.902.008.176.640.000$
- **Função Gama:** Para estender o fatorial para números não inteiros, usamos a **função gama**, onde:

$$\Gamma(n) = (n-1)!$$

Resumo

Conceito	Valor/Descrição
Notação	$n!$
Definição	Produto de todos os inteiros $\leq n$
Valor de $0!$	1 (por definição)
Crescimento	Muito rápido
Usos	Combinatória, estatística, física, IA

Exemplo em python

O código abaixo faz uma representação dos valores de 1 a 20 em escala logaritma.

O logaritmo é o inverso da exponenciação. Em termos simples, ele responde à pergunta: "Qual é o número que, elevado a uma certa base, resulta em um valor específico?". Por exemplo, no logaritmo base 10, $\log_{10}(1000) = 3$, porque $10^3 = 1000$.

No caso do fatorial ($n!$), ele cresce extremamente rápido porque é o produto de todos os números inteiros positivos até n . Por exemplo, $5! = 5 * 4 * 3 * 2 * 1 = 120$. À medida que n aumenta, o valor de $n!$ explode exponencialmente, tornando difícil visualizá-lo em uma escala linear.

Por isso, usamos uma **escala logarítmica** no gráfico. Essa escala "comprime" os valores maiores, permitindo que o crescimento exponencial do fatorial seja visualizado de forma mais clara e compreensível.

```
import matplotlib.pyplot as plt
import math

# Valores de n de 1 a 20
n_values = list(range(1, 21))
fatorial_values = [math.factorial(n) for n in n_values]

# Plotando o gráfico
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.plot(n_values, fatorial_values, marker='o', linestyle='-',
color='purple')
plt.title('Crescimento do Fatorial (n!)')
plt.xlabel('n')
plt.ylabel('n!')
plt.grid(True)
plt.yscale('log') # Escala logarítmica para facilitar visualização
plt.xticks(n_values)
plt.tight_layout()

# Salvando a imagem com 300 DPI
plt.savefig('crescimento_fatorial.png', dpi=300)

plt.show()
```

🧠 Dica:

– A escala do eixo Y é **logarítmica** para visualizar melhor o crescimento exponencial do fatorial. Sem isso, os valores cresceriam tão rápido que ficaria difícil de ver os pontos pequenos.

Função Gama: A Extensão do Fatorial

🚫 ****0 problema:** e se quisermos calcular algo como $(3.5)!$?$

O fatorial tradicional, $n!$$, só faz sentido para números **inteiros não negativos**:

- $3! = 3 \times 2 \times 1 = 6$
- $0! = 1$ (por definição)

Mas... e quanto vale:

– $\$(1/2)!\$$ ou $\pi!\$$ ou $\$(7.8)!\$$? 🤖

Para resolver esse problema, os matemáticos estenderam a ideia de fatorial para o **domínio dos reais** (e até dos complexos) usando a **função gama**.

🧠 **Definição da Função Gama**

A **Função Gama** é definida por meio de uma **integral imprópria**:

$$\Gamma(z) = \int_0^{\infty} t^{z-1} e^{-t} dt, \quad \text{para } \operatorname{Re}(z) > 0$$

> Essa função só está definida para números com parte real positiva, mas pode ser estendida para outros valores por meio de **continuação analítica**.

🔄 **Relação com o fatorial**

Para números naturais n :

$$\Gamma(n) = (n - 1)!$$

Ou seja:

– $\Gamma(1) = 0! = 1$
– $\Gamma(2) = 1! = 1$
– $\Gamma(6) = 5! = 120$

Portanto, para obter $n!$ com a função gama:

$$n! = \Gamma(n + 1)$$

✨ **Exemplo com número não inteiro**

Vamos calcular:

$$\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)$$

Esse valor é famoso e surpreendente:

```
$  
\Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \sqrt{\pi}  
$
```

Logo:

```
$  
\left(\frac{-1}{2}\right)! = \Gamma\left(\frac{1}{2}\right) = \sqrt{\pi}  
\approx 1.77245  
$
```

📦 **Aplicações da Função Gama**

1. **Probabilidade e Estatística**:
 - Distribuição Gama, Beta e Qui-quadrado.
 - Fórmulas envolvendo integrais de densidade de probabilidade.
2. **Física Teórica**:
 - Cálculo de amplitudes em mecânica quântica.
 - Soluções de equações diferenciais com singularidades.
3. **Engenharia e Matemática Aplicada**:
 - Modelagem de fenômenos com crescimento contínuo.
 - Séries generalizadas (como a de Taylor para funções não inteiras).
4. **Computação Científica**:
 - Softwares como MATLAB, SciPy (Python), R e Mathematica implementam funções gama para simulações numéricas.

🐍 **Python com Scipy**

Aqui vai um exemplo prático em Python:

```
```python  
from scipy.special import gamma
import math

print("Gamma(6) =", gamma(6)) # Deve dar 5! = 120
print("Gamma(1/2) =", gamma(0.5)) # Deve dar √π
print("math.sqrt(math.pi) =", math.sqrt(math.pi)) # Conferindo
```

---

## Gráfico da Função Gama



A função gama tem comportamento suave e contínuo nos números reais positivos, e cresce rapidamente como o fatorial.

Ela também possui **pólos** (valores onde vai para infinito) nos inteiros negativos.

## Resumo

Conceito	Valor/Descrição
Definição	$\Gamma(z) = \int_0^\infty t^{z-1} e^{-t} dt$
Relação com fatorial	$\Gamma(n) = (n - 1)!$
Valor notável	$\Gamma(1/2) = \sqrt{\pi}$
Domínio principal	$\text{Re}(z) > 0$ , mas pode ser estendida
Usos	Estatística, física, computação, matemática pura

# Permutação

## 1. Um Pouco de História

- A ideia de permutar objetos existe desde a Antiguidade — especialmente em **problemas de contagem** e jogos.
- Matemáticos árabes como **Al-Khwarizmi** já discutiam maneiras de organizar números.
- No século XVII, o conceito foi formalizado com o surgimento da **combinatória** como ramo da matemática, especialmente por **Blaise Pascal** e **Leibniz**.

## 2. O Que é uma Permutação?

**Permutação é uma forma de reorganizar todos os elementos de um conjunto de forma diferente.**

Ou seja:

- Dado um conjunto de objetos **distintos**, queremos saber **de quantas formas diferentes** podemos **ordená-los**.

## 3. Definição Formal

A **Permutação de  $n$  elementos distintos** é o número de formas de rearranjar todos os  $n$  elementos. A fórmula é:

$$P(n) = n!$$

\$

---

#### 4. Exemplo Intuitivo

Imagine que temos três letras: **A, B e C**. Quantas palavras diferentes podemos formar com elas, usando todas as letras?

Vamos listar:

1. ABC
2. ACB
3. BAC
4. BCA
5. CAB
6. CBA

Total: **6 formas**.

E isso é exatamente:

\$

$$3! = 3 \cdot 2 \cdot 1 = 6$$

\$

---

#### 5. Por Que o Fatorial Aparece Aqui?

Quando organizamos  $n$  elementos:

- Temos  $n$  opções para a **primeira posição**,
- $n - 1$  opções para a **segunda posição**,
- E assim por diante...

Logo:

\$

$$n \cdot (n-1) \cdot (n-2) \cdot \dots \cdot 2 \cdot 1 = n!$$

\$

---

#### 6. Exemplo Manual com 4 Elementos

Temos os dígitos **1, 2, 3 e 4**. Quantos números diferentes de 4 algarismos podemos formar?

\$

$$P(4) = 4! = 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 = 24$$

\$

Podemos pedir aos alunos que escrevam **todas as permutações** para confirmar esse número. Isso os ajuda a perceber **a estrutura da contagem** e exercitar raciocínio.

---

## 7. Permutação com Elementos Repetidos

É um **caso especial de permutação** onde **alguns elementos se repetem**, ou seja, **não são todos distintos**.

 Fórmula:

Se temos **n elementos**, dos quais:

- **a<sub>1</sub>** são do tipo 1,
- **a<sub>2</sub>** são do tipo 2,
- ...
- **a<sub>k</sub>** são do tipo k,

então o número de **permutações distintas** é:

$$P(n; a_1, a_2, \dots, a_k) = \frac{n!}{a_1! \cdot a_2! \cdot \dots \cdot a_k!}$$

---

### Por que dividir pelos fatoriais dos repetidos?

Porque quando repetimos elementos, **algumas permutações ficam iguais**.

Ao dividir pelos fatoriais, eliminamos essas repetições **que não criam novas ordens distintas**.

---

### Exemplo Clássico: "ARARA"

A palavra **ARARA** tem 5 letras:

- A aparece 3 vezes
- R aparece 2 vezes

Se fossem todas diferentes (como "ABCDE"), teríamos:

$$5! = 120 \text{ permutações}$$

Mas como temos repetições, usamos a fórmula:

$$P = \frac{5!}{3! \cdot 2!} = \frac{120}{6 \cdot 2} = \frac{120}{12} = 10 \text{ permutações distintas}$$

---

### Didaticamente: Como explicar para alunos?

Use objetos iguais e diferentes:

Imagine 5 bolas:

- 3 vermelhas (A)
- 2 azuis (R)

Se tentarmos organizar essas bolas em uma fila, muitas das permutações parecerão **iguais visualmente**, pois as vermelhas são indistinguíveis entre si.

A fórmula remove essas repetições "**visualmente iguais**".

---

### Outro exemplo: palavra "ANA"

- 3 letras
- A aparece 2 vezes

Se fosse tudo diferente:  $3! = 6$

Mas A se repete → fórmula:

\$

$$P = \frac{3!}{2!} = \frac{6}{2} = 3$$

\$

As permutações distintas são:

- ANA
  - AAN
  - NAA
- 

### Palavra: **PARALELEPÍPEDO**

Essa palavra tem **15 letras**, com várias repetições. Vamos analisar:

✓ Frequência de letras:

Letra	Quantidade
P	3
A	2
R	1
L	2
E	3
I	1
D	1
O	1

---

### Passo 1 – Total de letras:

**n = 15**

---

### Passo 2 – Aplicar a fórmula da permutação com repetição:

\$

$$P = \frac{15!}{3! \cdot 2! \cdot 2! \cdot 3! \cdot 1! \cdot 1! \cdot 1! \cdot 1!}$$

\$

Note que os fatoriais de 1 (1!) são iguais a 1, então podemos simplificar:

\$

$$P = \frac{15!}{3! \cdot 2! \cdot 2! \cdot 3!}$$

\$

---

### Passo 3 – Resolver os fatoriais:

- $15! = 1.307.674.368.000$
  - $3! = 6$
  - $2! = 2$
  - Outro  $2! = 2$
  - Outro  $3! = 6$
- 

### Passo 4 – Calcular o denominador:

\$

$$6 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 6 = 144$$

\$

---

### Passo 5 – Dividir:

\$

$$P = \frac{1.307.674.368.000}{144} = 9.081.072.000$$

\$

---

### Resultado Final:

**A palavra “PARALELÍPEDO” pode ser permutada de 9.081.072.000 formas distintas, considerando as repetições de letras.**

---

## 8. Atividade Didática

**Proposta para sala de aula (sem tecnologia):**

- Dê cartões com letras (ex: A, B, C, D)
- Peça para grupos tentarem **organizar todas as combinações possíveis**
- Conte quantas foram feitas e compare com  $n!$
- Depois, introduza palavras com **letras repetidas** (ex: MAMA)

Essa abordagem concreta torna o conceito **palpável e visual**.

---

## 9. Consideração

- Permutação está em **senhas, organização de filas, arranjos de objetos, DNA**, e até em **algoritmos de busca**.
  - Ensinar a **ideia por trás** do fatorial como “decisões em sequência” é mais importante do que decorar a fórmula.
  - Explique como o **crescimento é rápido** e como podemos evitar **repetições injustas** com divisão por fatoriais de elementos iguais.
- 

## 10. Permutação na História da Matemática: Contribuições de Grandes Pensadores

A ideia de permutar elementos não surgiu com o nome de “permutação”, mas com o desejo humano de **contar possibilidades**, organizar elementos e resolver problemas práticos envolvendo **probabilidade, jogos e sorteios**.

### Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716)

Leibniz é considerado um dos **pais da combinatória moderna**. Em sua obra “**Dissertatio de Arte Combinatoria**” (1666), ele tratou do problema de **como combinar e permutar símbolos e conceitos** para gerar novas ideias — o que ele via como uma ciência universal.

“A arte combinatória é a ciência de todas as possíveis combinações de conceitos.”  
— *Leibniz*

Foi um dos primeiros a sistematizar o **fatorial** e aplicar ideias de permutação como **estrutura lógica** do pensamento matemático.

---

### Blaise Pascal (1623–1662)

Embora seja mais conhecido pelo **Triângulo de Pascal**, sua contribuição à **análise combinatória** e às **probabilidades** é fundamental. Em cartas trocadas com Fermat, Pascal formalizou ideias de contagem baseadas em permutação e combinação.

“A ordem das coisas é essencial. Permutar não é apenas trocar lugares, mas entender todas as ordens possíveis.”  
— *Pascal*

---

### Abraham de Moivre (1667–1754)

---

Matemático francês que escreveu *The Doctrine of Chances*, considerado um dos primeiros livros sobre **probabilidades**. Ele usou permutações para modelar situações reais, como jogos de azar, sorteios e ordenações.

“A probabilidade nada mais é do que a razão entre as permutações favoráveis e as possíveis.”  
— de Moivre

### Pierre-Simon Laplace (1749–1827)

Em sua obra monumental *Théorie analytique des probabilités*, Laplace desenvolveu ainda mais a **teoria combinatória** e o papel das permutações e arranjos nos **eventos aleatórios**.

## 11. Permutação como Base para a Teoria da Informação e Computação

Mais recentemente, o conceito de permutação se mostra essencial:

- Na **teoria da informação**, de Claude Shannon, as permutações definem **a quantidade de informação em mensagens codificadas**.
- Em **algoritmos de ordenação** (como bubble sort, quicksort), estudamos quantas permutações precisamos para organizar listas.
- Em **criptografia**, as permutações compõem cifras clássicas e modernas.

## 12. Conceitos Fundamentais para Explorar com Alunos

Para tornar a aprendizagem mais profunda e crítica, vale explorar:

### ✓ Distinção entre permutação, arranjo e combinação

Conceito	Ordem importa?	Usa todos os elementos?
Permutação	✓ Sim	✓ Sim
Arranjo	✓ Sim	✗ Não
Combinação	✗ Não	✗ Não

### ✓ Permutação com restrições

Exemplos:

- Quantas formas diferentes uma fila de alunos pode ser organizada **se João e Maria devem ficar juntos?**
- Quantas permutações da palavra "AMOR" têm as letras "A" e "O" separadas?

Esses problemas estimulam o **pensamento lógico e estratégico**, além da aplicação da fórmula básica com **condições**.

## 13. Aplicações Modernas e Interdisciplinares

**Permutações** aparecem:

- Na **biologia**, ao estudar rearranjos genéticos e sequências de DNA.
- Na **engenharia**, em projetos de circuitos com diferentes sequências.
- Na **linguística computacional**, ao testar todas as formas possíveis de uma palavra codificada.
- Na **inteligência artificial**, para explorar variações em algoritmos de busca (ex: algoritmo genético).

---

## 14. Conclusão Didática com Citação de Autor

Ao ensinar permutação, não basta mostrar uma fórmula. É essencial **dar sentido ao número**, relacionar com **problemas reais** e permitir que os alunos **experimentem fisicamente ou mentalmente** o processo de reordenação. Como disse o matemático **George Pólya**, em seu clássico *How to Solve It*:

"A melhor maneira de aprender é fazendo. O aluno precisa descobrir, explorar, reorganizar. A matemática não é um conjunto de fórmulas, mas um modo de pensar."

---

## Arranjo

### 1. Um Pouco de História

A ideia de **arranjar elementos em ordem** remonta aos antigos matemáticos indianos e árabes, que já exploravam problemas de contagem e combinação. Porém, foi com matemáticos como **Blaise Pascal**, **Pierre de Fermat** e mais tarde **Leonhard Euler**, que a **combinatória** começou a ser sistematizada.

A contagem de formas diferentes de organizar elementos sempre foi importante:

- Na **organização de senhas**.
- Em **posições de jogos**.
- Na **ordem de apresentações**.
- Em **experimentos científicos** com sequências.

---

### 2. Definição Intuitiva

Um **arranjo simples** é uma forma de organizar elementos em **ordem**, onde a **ordem importa** e os elementos **não se repetem**.

Ou seja:

- Escolhemos **p elementos distintos** entre **n disponíveis**.
- E colocamos **em ordem**.

---

### 3. Diferença para Permutação e Combinação



Tipo	Ordem importa?	Repetição?	Fórmula
Permutação	✓ Sim	✗ Não	$P(n) = n!$
Arranjo	✓ Sim	✗ Não	$A(n, p) = \frac{n!}{(n - p)!}$
Combinação	✗ Não	✗ Não	$C(n, p) = \frac{n!}{p!(n - p)!}$

#### 4. Exemplo Didático e Passo a Passo

##### Problema:

Quantas maneiras diferentes podemos organizar 3 livros distintos escolhidos entre 5 disponíveis?

Temos:

- Total de livros disponíveis:  $n = 5$
- Quantos vamos usar na arrumação:  $p = 3$

##### ✓ Passo 1: Aplicar a fórmula do arranjo

$$A(5, 3) = \frac{5!}{(5 - 3)!} = \frac{5!}{2!}$$

##### ✓ Passo 2: Calcular os fatoriais

$$5! = 5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 = 120$$

$$2! = 2 \cdot 1 = 2$$

##### ✓ Passo 3: Dividir

$$A(5, 3) = \frac{120}{2} = 60$$

 **Resposta:** Existem **60 formas diferentes** de escolher e ordenar 3 livros entre 5.

#### 5. Atividade Manual com Nomes ou Objetos

##### Proposta para sala de aula:

Distribua 5 cartões com nomes (ex: Ana, Bruno, Carla, Diego, Elisa). Peça:

- “Escolham 3 nomes e escrevam todas as ordens possíveis desses 3.”
- Cada grupo faz isso com um trio diferente.
- Ao final, os alunos contam quantos arranjos fizeram.

🎯 Isso reforça que **ordem importa** e **não há repetição**.

---

## 📌 6. Conceitos-Chave a Reforçar

- Fatoriais: rever antes ou junto.
  - Ordem dos elementos: **se trocar a posição, é outro arranjo**.
  - Importância prática: combinações de senhas, ordenações em filas, classificações etc.
- 

## 📄 Resumo final para alunos

- Um **arranjo** ocorre quando **a ordem dos elementos importa**.
- A fórmula é:  
\$  
$$A(n, p) = \frac{n!}{(n - p)!}$$
  
\$
- Sempre que **não há repetição** e **a posição importa**, usamos **arranjos**.

Claro! Aqui vão **exemplos didáticos de arranjos**, bem explicados, com situações cotidianas e passo a passo para resolver **na mão**. Todos os exemplos foram pensados para ajudar os alunos a fixar os conceitos de forma intuitiva, prática e divertida.

---

## 🎒 Exemplo 1: Mochilas na estante

Uma loja tem **5 mochilas diferentes** em exposição e quer colocar **3 delas em destaque**, em **uma ordem específica**. De quantas maneiras ela pode organizar essas mochilas?

### 🧩 Passo a passo:

- Total de mochilas disponíveis:  $n = 5$
- Quantas serão usadas (em ordem):  $p = 3$

### 📊 Fórmula do arranjo:

\$

$$A(n, p) = \frac{n!}{(n - p)!}$$

\$

\$

$$A(5, 3) = \frac{5!}{(5 - 3)!} = \frac{5!}{2!}$$

\$

\$

$$5! = 120, \quad 2! = 2, \quad \frac{120}{2} = 60$$

\$

✅ **Resposta:** Existem **60 formas diferentes** de destacar essas mochilas em ordem.

---

## 🏆 Exemplo 2: Pódio de corrida

Em uma corrida escolar com **8 alunos**, os **3 primeiros colocados** ganham medalhas de ouro, prata e bronze. De quantas maneiras o pódio pode ser formado?

🔄 Ordem importa?

**Sim!** Ser ouro, prata ou bronze faz diferença → **arranjo**.

\$

$$A(8, 3) = \frac{8!}{(8 - 3)!} = \frac{8!}{5!}$$

\$

\$

$$8! = 40320, \text{quad } 5! = 120, \text{quad } \frac{40320}{120} = 336$$

\$

✅ **Resposta:** O pódio pode ser formado de **336 maneiras diferentes**.

Curiosidade

Excelente pergunta! Vamos resolver isso de forma **intuitiva, matemática e didática**, como se fosse uma aula sobre **probabilidades com base em arranjos**.

🎯 Situação:

Você participa de uma competição com várias pessoas, e há **336 arranjos possíveis** de pódio (1º, 2º e 3º lugares). Cada posição no pódio é ocupada por uma pessoa diferente, e **todos têm a mesma chance**.

## 🏆 Qual a chance de você ficar em primeiro lugar?

Só há **1 arranjo** entre os 336 onde você está em **primeiro lugar** (e os outros dois lugares são ocupados por qualquer combinação dos demais participantes).

📊 **Probabilidade:**

\$

$$P(\text{1º lugar}) = \frac{1}{n}$$

\$

Como estamos lidando com **arranjos de 3 posições** e você quer saber **sua chance de estar em 1º em qualquer uma das 336 combinações**:

\$

$$P(\text{você em 1º}) = \frac{\text{número de arranjos com você em 1º}}{\text{total de arranjos}} = \frac{1}{\cdot A(n-1, 2)} A(n, 3)$$

\$

Mas para simplificar com base no total:

Se temos 336 arranjos, e **você aparece em primeiro lugar** em uma fração desses, a conta é:

\$

$$P(\text{você em 1º}) = \frac{A(n-1, 2)}{336}$$

\$

Se soubermos o valor de  $n$ , podemos calcular exatamente.

Exemplo com 8 participantes:

Se  $A(8, 3) = 336$ , então são 8 pessoas disputando o pódio.

Você só pode estar em 1º lugar em combinações onde os outros dois colocados vêm dos 7 restantes:

\$

$$A(7, 2) = \frac{7!}{(7-2)!} = \frac{7!}{5!} = 42$$

\$

✅ **Resposta:**

- **Chance de estar em 1º lugar:**

\$

$$P = \frac{42}{336} = \frac{1}{8} = 12,5\%$$

\$

- **Chance de estar em qualquer posição no pódio (1º, 2º ou 3º):**

Você pode estar:

- Em 1º → 42 arranjos possíveis
- Em 2º → 42 arranjos
- Em 3º → 42 arranjos

Total de **126 arranjos com você no pódio**.

\$

$$P = \frac{126}{336} = \frac{3}{8} = 37,5\%$$

\$

✅ **Resumo final:**

Situação	Probabilidade
Estar em <b>1º lugar</b>	12,5% (1 em 8)
Estar <b>em qualquer lugar no pódio</b>	37,5% (3 em 8)

### 🔒 Exemplo 3: Senha numérica sem repetição

Um cadeado precisa de uma **senha de 2 dígitos**, escolhidos **entre 5 botões diferentes**, sem repetição e **com ordem**.

✨ Isso é um arranjo?

Sim! Senha = ordem importa e não pode repetir.

\$

$$A(5, 2) = \frac{5!}{(5-2)!} = \frac{5!}{3!} = \frac{120}{6} = 20$$

\$

✅ **Resposta:** Há **20 senhas diferentes** possíveis.



## Exemplo 4: Montando um combo (contraexemplo)

Você tem 6 sabores de pizza e quer montar um **combo com 2 sabores**, sem se importar com a ordem. Quantas combinações existem?

⚠️ Ordem não importa → isso é **combinação, não arranjo!**

Se quiser, depois posso te passar esse com combinação.



## Atividade para os alunos fazerem à mão

Escreva todos os arranjos possíveis com as letras **A, B, C** formando sequências de 2 letras.

Etapas:

- Letras disponíveis: A, B, C (3 no total)
- Formar sequências de 2 letras, **sem repetir** e **com ordem**.

Listando os arranjos possíveis:

1. AB
2. AC
3. BA
4. BC
5. CA
6. CB

✅ **Total:** 6 arranjos

Compare com a fórmula:

\$

$$A(3, 2) = \frac{3!}{1!} = \frac{6}{1} = 6$$

\$

✅ **Parte 1 – Função em Python para calcular um arranjo**

Um **arranjo simples** de  $n$  elementos tomados de  $p$  em  $p$  (sem repetição e com ordem) é dado por:

$$A(n, p) = \frac{n!}{(n - p)!}$$

Aqui está a implementação em Python:

```
import math

def arranjo(n, p):
 if p > n:
 raise ValueError("p deve ser menor ou igual a n")
 return math.factorial(n) // math.factorial(n - p)
```

---

## Parte 2 – Exemplos de uso da função

```
print("A(5, 2):", arranjo(5, 2)) # Deve retornar 20
print("A(6, 3):", arranjo(6, 3)) # Deve retornar 120
print("A(8, 4):", arranjo(8, 4)) # Deve retornar 1680
print("A(10, 1):", arranjo(10, 1)) # Deve retornar 10
```

---

Saída esperada:

```
A(5, 2): 20
A(6, 3): 120
A(8, 4): 1680
A(10, 1): 10
```

---