

# Linguagens Formais e Autômatos

## Aula 1:

## Introdução ao Curso

*Prof. Dr. Rodrigo Xavier de Almeida Leão*  
*Cientista de Dados e Big Data*



O ser humano parece ter uma característica que nenhuma outra espécie animal sobre a face da Terra possui: nós somos capazes de nos expressarmos através de uma linguagem, e mais do que isso, cada grupo humano teve historicamente um desenvolvimento próprio e original de uma linguagem específica do grupo.



- Na China desenvolveram-se o Mandarim e o Cantonês; no Oriente Médio tivemos o desenvolvimento das línguas semíticas; na Europa surgiram muitas outras línguas.
- Ninguém duvida hoje que todos os povos do mundo possam se comunicar oralmente entre eles de forma precisa.
- Sem dúvida, todas as linguagens que surgiram nos diversos grupos possuem uma estrutura comum: orações são formadas com sujeito e predicado. Um predicado tem pelo menos um verbo.

- Estes conceitos estão presentes em todas as línguas naturais conhecidas. São conceitos gramaticais universais.
- Em 1950, Noam Chomsky utilizou-se deste conceito de gramática universal para explicar como o ser humano adquire linguagem.
- Ele lança a tese de que o ser humano possui a capacidade de reconhecer padrões gramaticais e linguísticos por possuir uma espécie de gramática universal em sua mente.
- Trata-se, portanto, de uma habilidade inata, ou seja, não é adquirida após o nascimento.

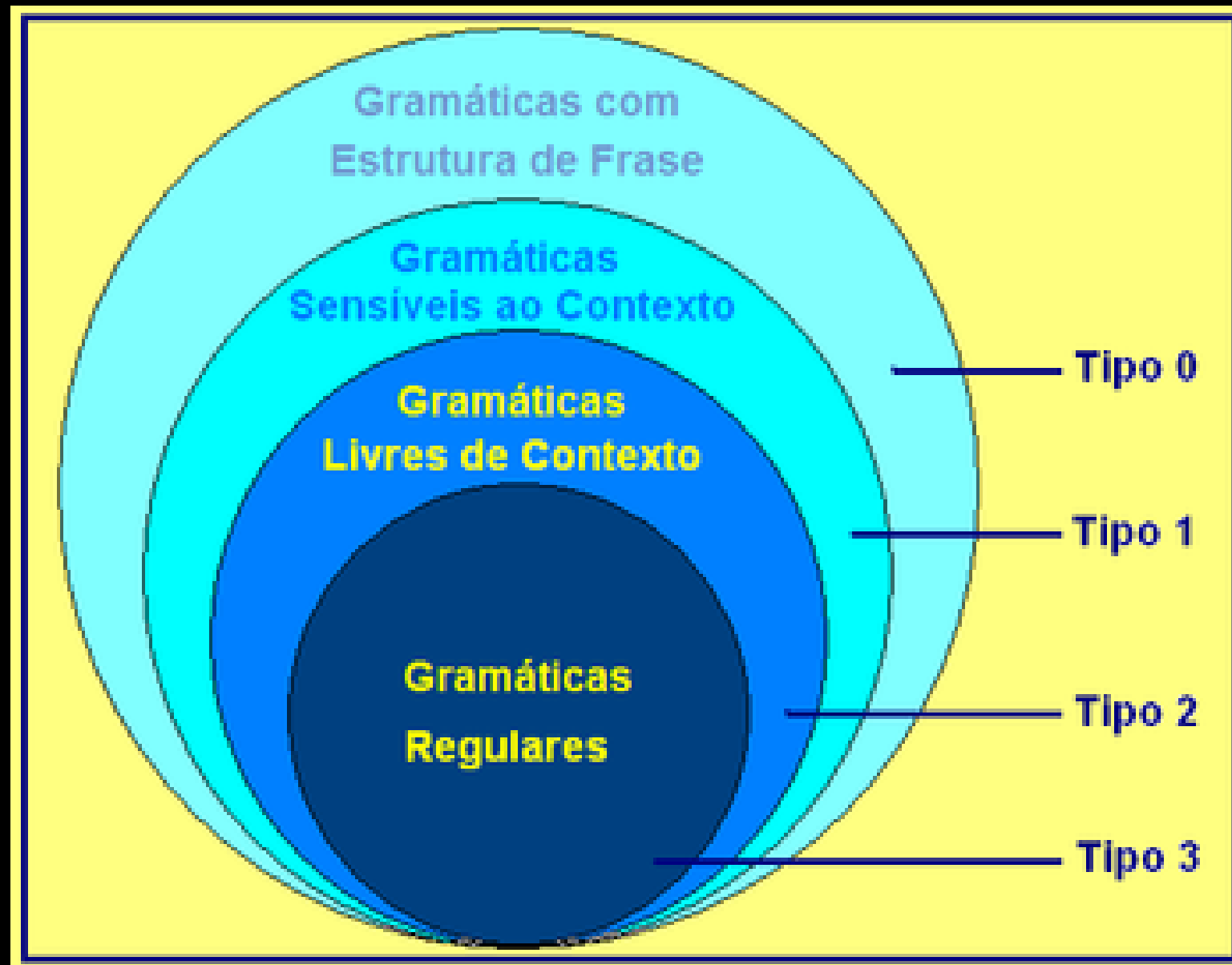
Podemos definir uma linguagem como sendo "um conjunto de elementos (símbolos) e um conjunto de métodos (regras) para combinar estes elementos, usado e entendido por uma determinada comunidade"

- O trabalho de Chomsky nos anos 50 definiu o conceito de linguagem formal, do qual as linguagens naturais e as de programação são casos particulares.
- Aproveitando-se de modelos computacionais já conhecidos na época, ele os associou, em níveis de complexidade, às respectivas classes de linguagens que eles podem processar.



Chomsky é Professor Emérito em Linguística no Instituto de Tecnologia de Massachusetts, e teve seu nome associado à criação da gramática gerativa transformacional. É também o autor de trabalhos fundamentais sobre as propriedades matemáticas das linguagens formais, tendo seu nome associado à chamada Hierarquia de Chomsky.

# Hierarquia de Chomsky



- **Entende-se por linguagem formal** o estudo de modelos matemáticos que possibilitam a especificação e o reconhecimento de linguagens, suas classificações, estruturas, propriedades, características e inter-relacionamentos.
- **Linguagens formais** podem ser representadas de maneira finita e precisa através de sistemas com sustentação matemática
- **“Linguagens formais”** são mecanismos formais para representação e especificação de linguagens, baseados na chamada "teoria da computação".



- **A teoria da computação** é um subcampo da ciência da computação e matemática que busca determinar quais problemas podem ser computados em um dado modelo de computação.
- **A computação** pode ser definida como a solução de um problema ou, formalmente, o cálculo de uma função por meio de um **algoritmo**.

- **Os reconhecedores** são dispositivos formais que servem para verificar se uma frase pertence ou não à determinada linguagem. São os **autômatos**: autômatos finitos, autômatos de pilha e máquina de Turing.
- **Os sistemas geradores** são dispositivos formais que permitem a geração sistemática de todas as frases de uma linguagem. Os principais sistemas geradores disponíveis são as gramáticas, onde se destacam as **gramáticas de Chomsky**.

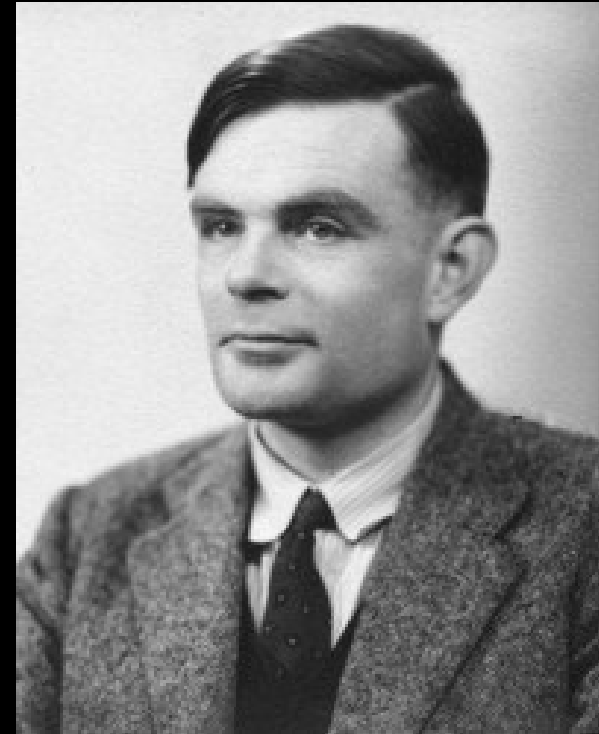
- **Um autômato** é um modelo matemático de uma máquina de estados finitos. Funciona como um reconhecedor de uma determinada linguagem e serve para modelar uma máquina.
- **Um conceito fundamental nos autômatos** é o conceito de estado. Este conceito é aplicado a qualquer sistema, por exemplo, à nossa televisão. Uma televisão pode estar ligada (on) ou desligada (off), temos então um sistema com dois estados.

- Para simular procedimentos computacionais mais gerais do que os que podem ser simulados por uma máquina de estado finito, usamos uma **Máquina de Turing** (1936)
- É, essencialmente, uma máquina de estado finito com a habilidade adicional de reler seus dados de entrada e, também, de apagar e escrever por cima dos dados de entrada. Tem, também, **memória auxiliar ilimitada**. Assim, a máquina de Turing supera as deficiências que notamos na máquina de estado finito.
- Memória auxiliar ilimitada faz com que a máquina de Turing seja uma “máquina” hipotética e não um dispositivo de verdade.

- O **modelo mais simples** possui uma memória finita sendo capaz tão somente de ler palavras, símbolo por símbolo em uma só direção.
- O **autômato mais sofisticado** é capaz de ler, escrever e reescrever símbolos e operar nas duas direções durante seu processamento.
- Este último modelo também é conhecido como **Máquina de Turing**. Alan Turing criou este modelo computacional nos anos de 1930, demonstrando matematicamente a existência de máquinas programáveis.

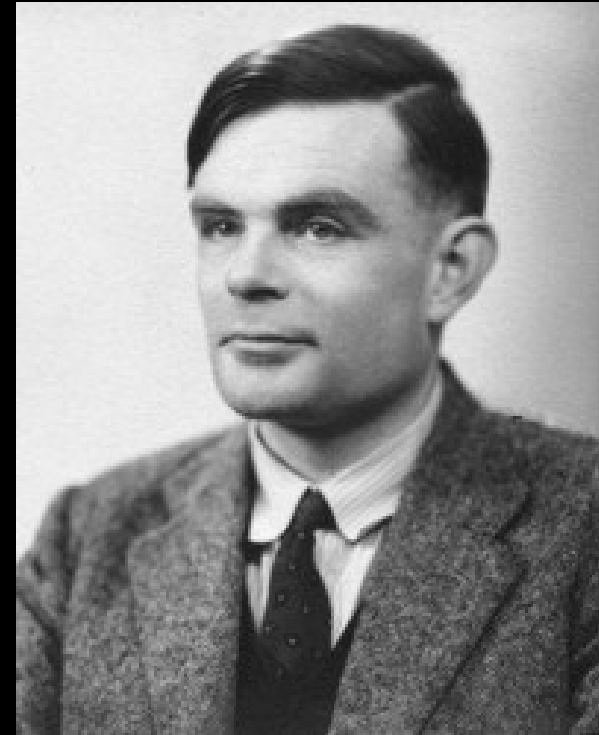
# Alan Turing

- Alan Mathison Turing (Londres, 23 de junho de 1912 – Wilmslow, Cheshire, 7 de junho de 1954) foi um matemático, cientista da computação, lógico, criptoanalista, filósofo e biólogo teórico britânico.



- Turing foi altamente influente no desenvolvimento da moderna ciência da computação teórica, proporcionando uma **formalização dos conceitos de algoritmo e computação com a máquina de Turing**, que pode ser considerada um modelo de um computador de uso geral.
- Ele é amplamente considerado o **pai da ciência da computação teórica e da inteligência artificial.**

**Alan Turing**



- **Unidade 1:** elementos de matemática discreta, conceitos básicos de linguagens (tais como: alfabetos, cadeias, linguagens formais e gramáticas) e a Hierarquia de Chomsky.
- **Unidade 2:** linguagens regulares, autômatos finitos e expressões regulares.
- **Unidade 3:** gramáticas e linguagens livres de contexto, autômato de pilha, algoritmos não determinísticos.
- **Unidade 4:** veremos linguagens sensíveis ao contexto, máquinas de Turing e recursividade.



# ELEMENTOS DA MATEMÁTICA DISCRETA

- Em **1968** a **Association for Computing Machinery (ACM)** passou a recomendar que todos os cursos de engenharia dos EUA incluíssem em seus currículos um curso de matemática discreta, pois se trata da matemática que fundamenta a Computação.
- Nesta seção será feita a **introdução aos fundamentos de matemática discreta**. Incluindo conjuntos, relações e funções.
- As referências clássicas de matemática discreta são Menezes (2013) e Preparata e Yeh (1973).