



# **LOGICA PER LA PROGRAMMAZIONE**

**Andrea Corradini**  
**[andrea@di.unipi.it](mailto:andrea@di.unipi.it)**

# LOGICA

- La **LOGICA** è la disciplina che studia le condizioni di correttezza del ragionamento

“Occorre dire, anzitutto, quale oggetto riguardi ed a quale disciplina spetti la presente indagine, che essa cioè riguarda la dimostrazione e spetta alla scienza dimostrativa: in seguito, bisogna precisare cosa sia la premessa, cosa sia il termine, cosa sia il sillogismo...”

*Aristotele*

- Esempio di *sillogismo*:
  - Tutti gli uomini sono mortali
  - Socrate è un uomo
  - Socrate è mortale



○ Ma non tutti i sillogismi sono validi:

- Tutti gli animali sono mortali
- Pippo è mortale
- Pippo è un animale

- Tutti gli dei sono immortali
- Gli uomini non sono dei
- Gli uomini sono mortali



# DALLA LOGICA ALLA LOGICA MATEMATICA

- Nella seconda metà del XIX vengono sviluppate notazioni matematiche (algebriche) per trattare le operazioni della logica (*George Boole, Augustus de Morgan, ...*)
- Questo ha consentito di applicare la logica ai fondamenti della matematica, arrivando a interessanti controversie fondazionali (studiate negli anni 1900-25)
- In matematica, la logica è usata principalmente per
  - esprimere asserti in modo non ambiguo:  
*“tutti i numeri pari maggiori di due non sono primi”*  
 $(\forall n. n \in \mathbb{N} \wedge \text{pari}(n) \wedge n > 2 \Rightarrow \sim \text{primo}(n))$
  - chiarire e formalizzare il concetto di dimostrazione



# LOGICA MATEMATICA E INFORMATICA

- La logica matematica ha profondi legami con l'informatica:
  - l'informatica ha dato nuovo impulso allo studio della LM
  - la LM è parte integrante dei fondamenti teorici dell'informatica
- Usi della Logica Matematica in Informatica:
  - formalizzazione di requisiti
  - dimostrazione di proprietà di programmi (es: Hoare)
  - fondamenti di programmazione dichiarativa (PROLOG)
  - fondamenti di strumenti di analisi e di verifica di sistemi
    - Model checking
    - Theorem proving



# CONTENUTI DEL CORSO

- Introduzione (già fatta!)
- Calcolo Proposizionale
  - Connettivi logici e loro proprietà
  - Tautologie, tecniche di dimostrazione
- Logica del Primo Ordine
  - Sintassi e semantica
  - Leggi e regole di inferenza per i quantificatori
  - Esempi da teoria degli insiemi e dominio dei naturali
- Quantificatori funzionali
  - min, max, cardinalità, sommatoria: leggi e dimostrazioni
- Triple di Hoare
  - Un semplice linguaggio imperativo, semantica operativa
  - Verifica di proprietà di semplici programmi

