

NON LEGGERE LA FRASE  
IN QUESTO RIQUADRO



# *1. Lezione Corso di Logica 2021/2022*

---

29/9/2021

Maria Emilia Maietti

email: [maietti@math.unipd.it](mailto:maietti@math.unipd.it)



testo di riferimento:

**DISPENSE 2021/2022 in**

<http://www.math.unipd.it/~maietti/lez22.html>

+

testo di approfondimento:

**“PER ISTRUIRE UN ROBOT**

**ovvero, come costruirsi una logica”**

G. Sabin



materiale del corso Logica 2021 in

<http://www.math.unipd.it/~maietti/lez21.html>



Modalità d'esame: *scritto*

5 appelli + *prova parziale*



## *Allenamento pre-esame*

2 esercitazioni saranno dedicate a

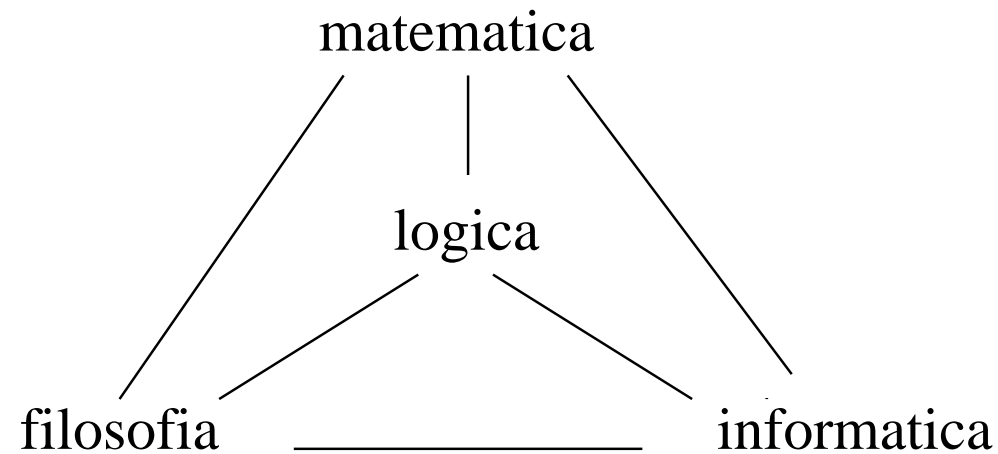
facsimile prova parziale

facsimile I appello



## *Logica è base di ogni scienza (ovvero di ogni teoria!)*

ed è **il fondamento** di queste discipline



la **Logica** è la **madre** dell' **informatica!!**

## *Perchè studiare LOGICA?*

NON per diventare più INTELLIGENTI.. (magari!!)  
ma più CONSAPEVOLI  
e per rendere INTELLIGENTI le macchine!!!





## Rilevanza dell' insegnamento per la scienza

---

una persona **NON** sa veramente qualcosa  
fintanto che non la insegna a qualcun'altro

## Rilevanza dell' informatica per la scienza

secondo D. Knut



una persona **NON** sa veramente qualcosa  
finchè non la insegna ad un **COMPUTER**  
ovvero NON la esprime tramite *procedure algoritmiche*



# logica = prerequisito per CORRETTEZZA dei PROGRAMMI

il corso di **logica** è prerequisito fondamentale  
per **certificazione semi-automatica** della **correttezza** dei programmi  
con un **calcolatore** detto **proof-assistant**



## *esempio di programma*

```
 $y = 1;$   
 $z = 0;$   
while  $(z \neq x)$  {  
     $z = z + 1$   
     $y = y * z;$   
}
```

calcola in  $y$  il **fattoriale** di  $x$  numero naturale

## *Esempio di calcolo formale per correttezza programmi*

$$\frac{(\phi) C_1 (\eta) \quad (\eta) C_2 (\psi)}{(\phi) C_1; C_2 (\psi)} \text{Composition}$$

$$\frac{}{(\psi[E/x]) x = E (\psi)} \text{Assignment}$$

$$\frac{(\phi \wedge B) C_1 (\psi) \quad (\phi \wedge \neg B) C_2 (\psi)}{(\phi) \text{ if } B \{C_1\} \text{ else } \{C_2\} (\psi)} \text{If-statement}$$

$$\frac{(\psi \wedge B) C (\psi)}{(\psi) \text{ while } B \{C\} (\psi \wedge \neg B)} \text{Partial-while}$$

$$\frac{\vdash_{\text{AR}} \phi' \rightarrow \phi \quad (\phi) C (\psi) \quad \vdash_{\text{AR}} \psi \rightarrow \psi'}{(\phi') C (\psi')} \text{Implied}$$

Figure 4.1. Proof rules for partial correctness of Hoare triples.

IMPARERETE A DERIVARE FORMALMENTE  
QUESTE PARTI LOGICHE NEL CORSO

## Esempio di verifica formale del programma fattoriale

$$\begin{array}{c}
 \frac{\frac{(1=1) \ y = 1 \ (y=1)}{i} \quad \frac{(y=1 \wedge 0=0) \ z = 0 \ (y=1 \wedge z=0)}{i}}{\frac{(T) \ y = 1 \ (y=1)}{c} \quad \frac{(y=1) \ z = 0 \ (y=1 \wedge z=0)}{c}} \quad \frac{\frac{(y \cdot (z+1) = (z+1)!) \ z = z+1 \ (y \cdot z = z!)}{i} \quad \frac{(y=z! \wedge z \neq x) \ z = z+1 \ (y \cdot z = z!) \quad (y \cdot z = z!) \ y = y * z \ (y = z!)}{c}}{\frac{(y = z! \wedge z \neq x) \ z = z+1; \ y = y * z \ (y = z!)}{w} \quad \frac{(y = z!) \ \text{while } (z \neq x) \ \{z = z+1; \ y = y * z\} \ (y = z! \wedge z = x)}{i}} \quad \frac{(y = 1 \wedge z = 0) \ \text{while } (z \neq x) \ \{z = z+1; \ y = y * z\} \ (y = x!)}{c}}{\frac{(T) \ y = 1; \ z = 0; \ \text{while } (z \neq x) \ \{z = z+1; \ y = y * z\} \ (y = x!)}{c}}
 \end{array}$$



## *Riferimento bibliografico per verifica programmi*

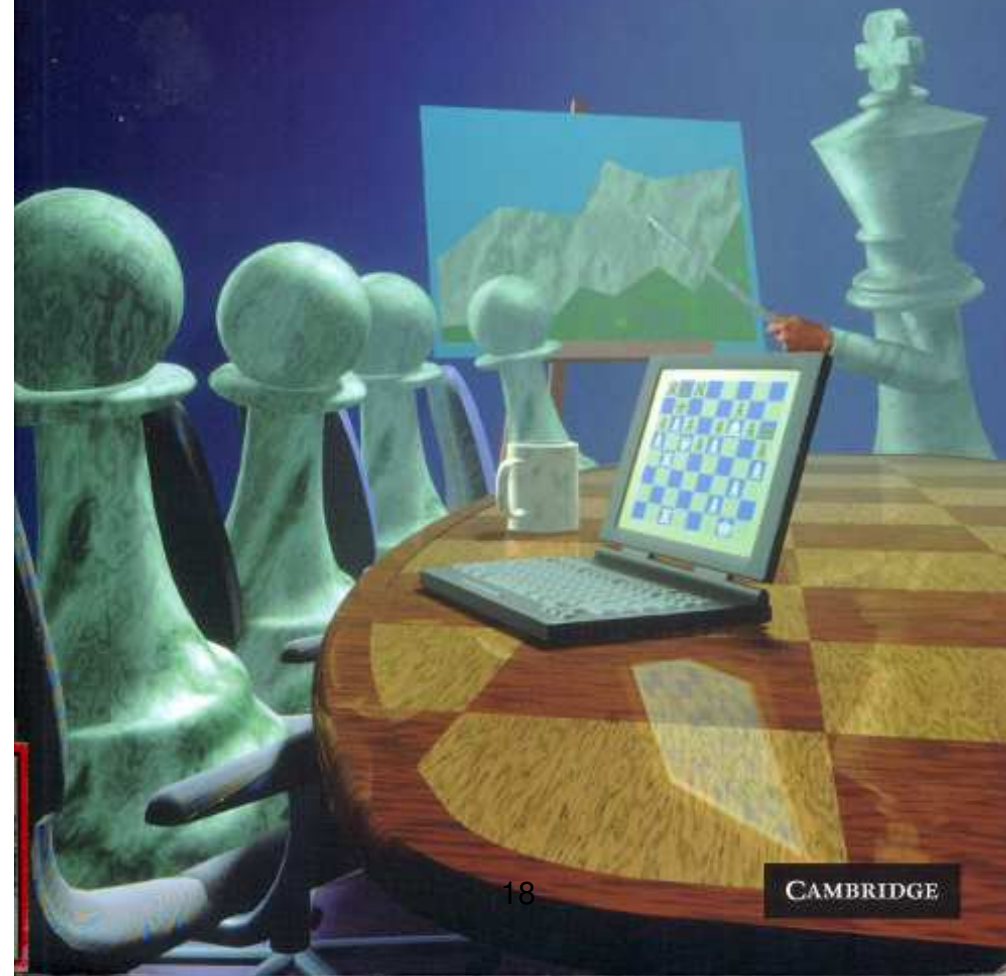


Michael Huth and Mark Ryan

Second Edition

# Logic in Computer Science

Modelling and Reasoning about Systems



corso di *logica applicata* alla Magistrale

nel Corso “Teoria dei Tipi” della Magistrale di Informatica

si apprende

l’uso di un **proof-assistant** (= programma che controlla *correttezza* di *altri programmi*)

*Poi in concreto a che serve un corso di logica*

per un futuro informatico...??



prima di rispondere a questa domanda  
procediamo a rispondere al seguente test di logica.

## Test di logica

### 1. Dall'affermazione

**Ip**     In ogni giorno d'estate c'è qualcuno che è infelice

si dica quali delle seguenti affermazioni si possono dedurre

- A     Se nessuno è felice allora non è estate.
- B     Ogni giorno qualcuno è infelice.
- C     In ogni giorno non estivo, tutti sono infelici.
- D     Se tutti sono felici allora non è estate.
- E     In ogni giorno non estivo qualcuno è felice.

2. Risolvere il seguente quesito:

In un gioco cinque amiche fanno un'affermazione, che è vera o falsa.

Quattro affermazioni sono riportate sotto, una è mancante:

Anna: 11 è un numero primo

Celeste: ...

Francesca: un rombo ha 4 lati uguali

Morgana: l'affermazione di Celeste è falsa

Tiziana: una sola tra le affermazioni precedenti è vera.

Si può dedurre, anche se non si conosce l'affermazione di Celeste, quante delle cinque affermazioni sono vere?



- a) No
- b) Sì, sono vere solo due affermazioni
- c) Sì, è vera solo un' affermazione
- d) Sì, sono vere solo tre affermazioni
- e) Sì, sono vere solo quattro affermazioni

3. Supposto che

“se la radice quadrata canta alla Scala di Milano allora il tuo vicino di banco è Napoleone”

allora

“se il tuo vicino di banco non è Napoleone ne segue che la radice quadrata non canta alla Scala di Milano”.

corretto

sì

no

4. Ammesso che

“non si dia il caso che non esista input su cui il programma X si ferma”

allora

“il programma X si ferma su qualche input”.

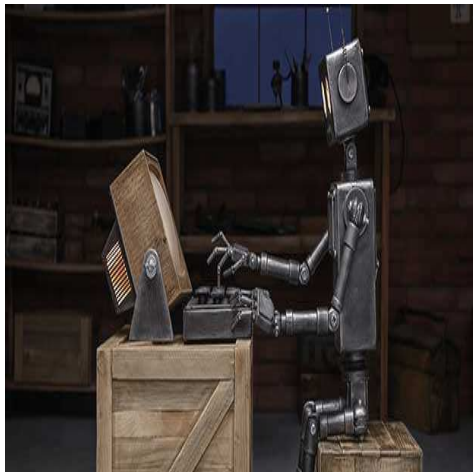
corretto

sì

no



## *A che serve questo corso di logica?*



dà le basi TEORICHE per costruire un CALCOLATORE  
che RISPONDA al test AL POSTO VOSTRO  
(con qualche suggerimento...)

## *A che serve un corso di logica?*



serve per costruire CALCOLATORI INTELLIGENTI

(supposto che chi li programma lo sia...)

ed è una tra varie altre applicazioni....

## *A che serve un corso di logica?*

logica = base per INTELLIGENZA ARTIFICIALE



## *Come si istruisce un robot a rispondere al test di logica?*

---

tramite CODIFICA di asserzioni in un linguaggio formale  
e prova della loro correttezza tramite derivazioni/deduzioni formali



*Come si istruisce un **robot** a **rispondere al test di logica?***

---

linguaggio formale	= linguaggio di programmazione
derivazione formale	= programma



## Altri quesiti da risolvere

Valutare la validità delle seguenti affermazioni e rispondere alle eventuali domande:

1. per ogni numero naturale  $n$  esiste un numero naturale  $m$  tale che

$$n + m = 3 \cdot n$$

corretto

sì

no

chi è questo  $m$ ?

2. per ogni numero naturale  $n$

$$3 + n = 1 + n$$

corretto

sì

no

3. “Dio non esiste”.

corretto

sì

no

4. Se si assume che

“non tutti i programmi siano utili e corretti”

allora

“esiste un programma non utile o esiste un programma non corretto”.

corretto

sì

no



5. “Ogni informatico abile può costruire un programma che attiva tutti e soli i programmi che non si attivano da sè e arresta tutti e soli i programmi che non si arrestano da sè.”

corretto

sì

no

6. “Si può costruire un programma che attiva tutti e soli i programmi che non si attivano da sè.”

corretto

sì

no

7. Supponi che le seguenti affermazioni siano valide

- “Se Carla non va in gita allora Giovanni ci va.”
- “Beppe non va in gita se e solo se ci va Giovanni.”
- “Beppe va in gita se Carla non va in gita.”
- “Non tutti vanno in gita.”

allora è vero che

- “Qualcuno non va in gita.”

corretto

sì

no

- “Se Giovanni non va in gita allora Beppe ci va.”

corretto

sì

no

- “Se Carla non va in gita allora Beppe non ci va.”

corretto                      sì              no

- “Carla va in gita.”

corretto                      sì              no

- “Non si dà il caso che nessuno vada in gita.”

corretto                      sì              no