

# La mente tra logica e percezione

## Ragionamento cognitivo e ragionamento simbolico

### Dario Della Monica

Ricercatore postdoc presso l'Università "Federico II" di Napoli. Studio i metodi formali, in particolare la logica matematica e le sue applicazioni all'informatica. Coltivo da sempre un interesse per le scienze cognitive e la formalizzazione del ragionamento.



Pint of Science

U-Turn

Vico Pallonetto a Santa Chiara, Napoli

25 Maggio 2016

# La mente tra logica e percezione

## Ragionamento cognitivo e ragionamento simbolico

**Dario Della Monica**

Ricercatore postdoc presso l'Università "Federico II" di Napoli. Studio i **metodi formali**, in particolare la **logica matematica** e le sue applicazioni all'**informatica**. Coltivo da sempre un interesse per le scienze cognitive e la formalizzazione del **ragionamento**.



Pint of Science

U-Turn

Vico Pallonetto a Santa Chiara, Napoli

25 Maggio 2016

# Informatica/matematica/logica vs. uomo/pensiero

Informatica/matematica/logica vs. uomo/pensiero

Informatica non è computer  
e gli informatici non studiano i computer

# Informatica/matematica/logica vs. uomo/pensiero

Informatica non è computer  
e gli informatici non studiano i computer



# Informatica/matematica/logica vs. uomo/pensiero

Informatica non è computer  
e gli informatici non studiano i computer



chi mi aggiusta il computer al prossimo aggiornamento automatico di windows!?!

# Informatica/matematica/logica vs. uomo/pensiero

Informatica non è computer  
e gli informatici non studiano i computer



chi mi aggiusta il computer al prossimo aggiornamento automatico di windows!?!

Nasce come uno strumento per esplorare le capacità di ragionamento/computazione umane ed in generale per dare una definizione di ragionamento/computazione



## In a nutshell

**Abstract:** Il cervello è di gran lunga l'organo più affascinante, misterioso e inesplorato del corpo umano, e replicarne il funzionamento attraverso la realizzazione di una "macchina pensante" è forse l'impresa più ardua e ambiziosa a cui l'uomo si sia mai dedicato. A tale scopo, appare essenziale ottenere un'approfondita comprensione delle capacità cognitive e di ragionamento dell'essere umano. Con l'aiuto di giochi logici e test cognitivi, tenteremo di illustrare un approccio simbolico, cioè basato su sistemi formali di deduzione conosciuti sotto il nome di "logiche", alla formalizzazione del ragionamento.

## In a nutshell

**Abstract:** Il cervello è di gran lunga l'organo più affascinante, misterioso e inesplorato del corpo umano, e replicarne il funzionamento attraverso la realizzazione di una "macchina pensante" è forse l'impresa più ardua e ambiziosa a cui l'uomo si sia mai dedicato. A tale scopo, appare essenziale ottenere un'approfondita comprensione delle capacità cognitive e di ragionamento dell'essere umano. Con l'aiuto di giochi logici e test cognitivi, tenteremo di illustrare un approccio simbolico, cioè basato su sistemi formali di deduzione conosciuti sotto il nome di "logiche", alla formalizzazione del ragionamento.

**Messaggio del talk.** La logica matematica come strumento per la simulazione/emulazione/sintesi/replica del cervello/ragionamento umano (pregi e difetti)

## In a nutshell

**Abstract:** Il cervello è di gran lunga l'organo più affascinante, misterioso e inesplorato del corpo umano, e replicarne il funzionamento attraverso la realizzazione di una "macchina pensante" è forse l'impresa più ardua e ambiziosa a cui l'uomo si sia mai dedicato. A tale scopo, appare essenziale ottenere un'approfondita comprensione delle capacità cognitive e di ragionamento dell'essere umano. Con l'aiuto di giochi logici e test cognitivi, tenteremo di illustrare un approccio simbolico, cioè basato su sistemi formali di deduzione conosciuti sotto il nome di "logiche", alla formalizzazione del ragionamento.

**Messaggio del talk.** La logica matematica come strumento per la simulazione/emulazione/sintesi/replica del cervello/ragionamento umano (pregi e difetti)

**In altre parole.** Relazione tra logica matematica e uomo

# Istruzioni (alias “il **meta-talk**”)



## Istruzioni (alias “il **meta-talk**”)

- ▶ interattivo: **divertiamoci!!!** come se fossimo nel salotto di casa nostra
  - ▶ interrompere, domandare, osservare, stimolare
- ▶ goal: pensare e far nascere domande più che dare risposte

# Istruzioni (alias “il **meta-talk**”)

- ▶ interattivo: **divertiamoci!!!** come se fossimo nel salotto di casa nostra
  - ▶ interrompere, domandare, osservare, stimolare
- ▶ goal: pensare e far nascere domande più che dare risposte
  - ▶ argomento ambizioso e inesplorato
  - ▶ limitazioni dello speaker (3 giorni di ferie)

# Istruzioni (alias “il **meta-talk**”)

- ▶ interattivo: **divertiamoci!!!** come se fossimo nel salotto di casa nostra
  - ▶ interrompere, domandare, osservare, stimolare
- ▶ goal: pensare e far nascere domande più che dare risposte
  - ▶ argomento ambizioso e inesplorato
  - ▶ limitazioni dello speaker (3 giorni di ferie)
  - ▶ mi sono fatto parecchie domande nel corso della mia vita: sono qui a condividerle insieme con le osservazioni che hanno prodotto



# Istruzioni (alias “il meta-talk”)

- ▶ interattivo: **divertiamoci!!!** come se fossimo nel salotto di casa nostra
  - ▶ interrompere, domandare, osservare, stimolare
- ▶ goal: pensare e far nascere domande più che dare risposte
  - ▶ argomento ambizioso e inesplorato
  - ▶ limitazioni dello speaker (3 giorni di ferie)
  - ▶ mi sono fatto parecchie domande nel corso della mia vita: sono qui a condividerle insieme con le osservazioni che hanno prodotto
  - ▶ al termine del “viaggio” spero che abbiate un’idea meno vaga di termini come logica matematica, sistema di ragionamento formale (le cose con cui mi guadagno il mio pane quotidiano)
- ▶ giochi: siamo persone intelligenti e non ancora ubriache pertanto astenersi coloro che li conoscono



# Disclaimer



# Disclaimer



Ragionamento cognitivo e ragionamento simbolico

Dario Della Monica

# Un'occhiata generale al programma della serata

**Titolo della serata:** La mente tra logica e percezione



# Un'occhiata generale al programma della serata

**Titolo della serata:** La mente tra logica e percezione



# Un'occhiata generale al programma della serata

**Titolo della serata:** La mente tra logica e percezione



MENTE

# Un'occhiata generale al programma della serata

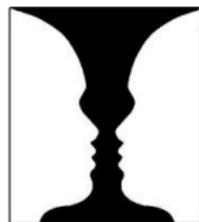
**Titolo della serata:** La mente tra logica e percezione

$$\frac{\frac{\frac{\overline{A \vdash A}}{\vdash \neg A, A} (\neg R)}{\vdash A \vee \neg A, A} (VR_2)}{\vdash A, A \vee \neg A} (PR)}{\vdash A \vee \neg A, A \vee \neg A} (VR_1)}{\vdash A \vee \neg A} (CR)$$

LOGICA



MENTE



PERCEZIONE

# Un'occhiata generale al programma della serata

**Titolo della serata:** La mente tra logica e percezione



# Un'occhiata generale al programma della serata

**Titolo della serata:** La mente tra logica e percezione

formalizzazione

$$\frac{\frac{\frac{\frac{\frac{}{A \vdash A} (I)}{\vdash \neg A, A} (\neg R)}{\vdash A \vee \neg A, A} (vR_2)}{\vdash A, A \vee \neg A} (PR)}{\vdash A \vee \neg A, A \vee \neg A} (vR_1)}{\vdash A \vee \neg A} (CR)$$

LOGICA



MENTE



PERCEZIONE

# Un'occhiata generale al programma della serata

**Titolo della serata:** La mente tra logica e percezione

formalizzazione

$$\frac{\frac{\frac{\frac{\frac{}{A \vdash A} (I)}{\vdash \neg A, A} (\neg R)}{\vdash A \vee \neg A, A} (vR_2)}{\vdash A, A \vee \neg A} (PR)}{\vdash A \vee \neg A, A \vee \neg A} (vR_1)}{\vdash A \vee \neg A} (CR)$$

LOGICA



MENTE

percezione



PERCEZIONE

# Un'occhiata generale al programma della serata

**Titolo della serata:** La mente tra logica e percezione

formalizzazione

$$\frac{\frac{\frac{\frac{}{A \vdash A} (I)}{\vdash \neg A, A} (\neg R)}{\vdash A \vee \neg A, A} (vR_2)}{\vdash A, A \vee \neg A} (PR)}{\vdash A \vee \neg A, A \vee \neg A} (vR_1)}{\vdash A \vee \neg A} (CR)$$

LOGICA



MENTE

percezione

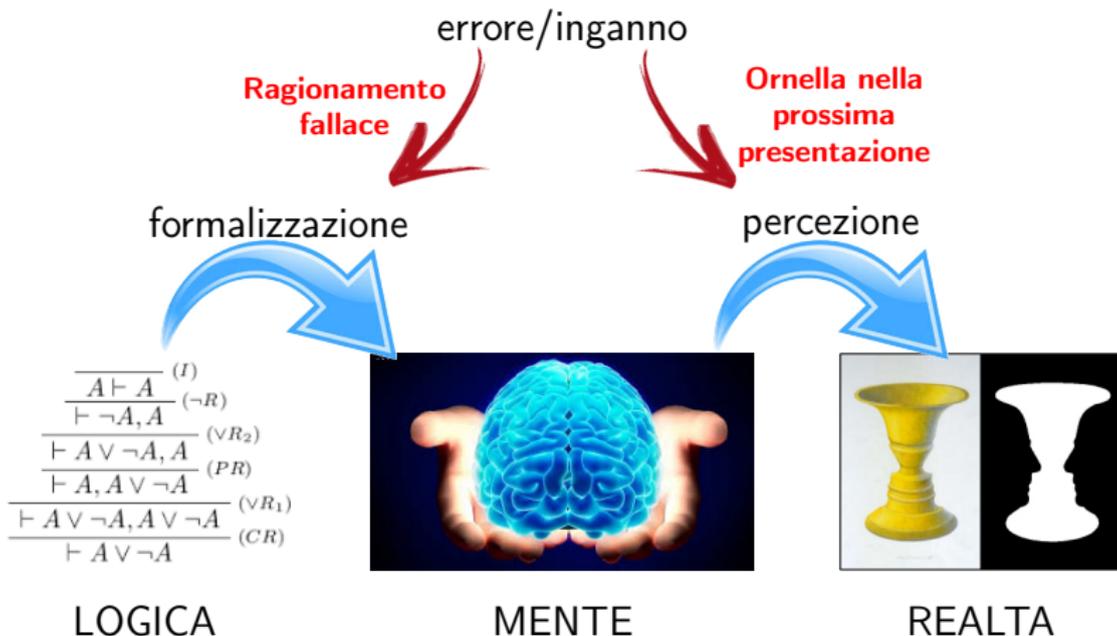


REALTA



# Un'occhiata generale al programma della serata

**Titolo della serata:** La mente tra logica e percezione







## Il secondo enigma: poliziotto allo U-TURN



# Il secondo enigma: poliziotto allo U-TURN



## Il secondo enigma: poliziotto allo U-TURN



# Il secondo enigma: poliziotto allo U-TURN



# Il secondo enigma: poliziotto allo U-TURN



# Il secondo enigma: poliziotto allo U-TURN



# Il secondo enigma: poliziotto allo U-TURN



I minorenni non possono bere alcolici

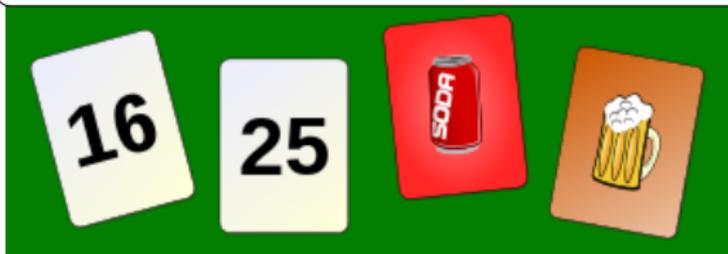
# Simbolo e significato (semantica)

Versione astratta: le 4 carte



**Regola:** A numero pari corrisponde colore marrone

Versione concreta/sociale: poliziotto allo U-TURN



**Regola:** I minorenni non possono bere alcolici

# Un po' di letteratura

Nel task astratto il **31%** dei partecipanti ha individuato le due carte rilevanti da girare.

Il **63%** dei soggetti cui è stato somministrato il task concreto ha indicato le due carte da girare per verificare e falsificare la regola.

[fonte: <https://anthonyzanzottera.wordpress.com/2012/05/15/siamo-piu-concreti-o-astratti/>]





# Un esperimento

La mia assistente passerà a prendere 3 volontari tra il pubblico  
(preferibilmente, persone che si definiscono “non-razionali”, “creative”)

# Un esperimento

La mia assistente passerà a prendere 3 volontari tra il pubblico  
(preferibilmente, persone che si definiscono “non-razionali”, “creative”)

<https://www.random.org/integers/>

# Un esperimento

La mia assistente passerà a prendere 3 volontari tra il pubblico (preferibilmente, persone che si definiscono “non-razionali”, “creative”)

`https://www.random.org/integers/`

un dato tipico e ben corroborato da tutti gli studi successivi è rappresentato dal fatto che, a differenza dei generatori “meccanici”, le persone non ripetono quasi mai le cifre già pronunciate (Rabinowitz, Dunlap, Grant, & Campione, 1989). In generale, comunque, si osserva una tendenza costante a generare risposte non realmente casuali.

[fonte: <http://ulisse.sissa.it/chiediAUlisse/domanda/2006/Ucau060315d002/>]

# Un esperimento

La mia assistente passerà a prendere 3 volontari tra il pubblico (preferibilmente, persone che si definiscono “non-razionali”, “creative”)

`https://www.random.org/integers/`

un dato tipico e ben corroborato da tutti gli studi successivi è rappresentato dal fatto che, a differenza dei generatori “meccanici”, le persone non ripetono quasi mai le cifre già pronunciate (Rabinowitz, Dunlap, Grant, & Campione, 1989). In generale, comunque, si osserva una tendenza costante a generare risposte non realmente casuali.

[fonte: <http://ulisse.sissa.it/chiediAUlisse/domanda/2006/Ucau060315d002/>]

La probabilità che una sequenza casuale contenga una ripetizione è circa 70%

# Non siamo così “non-razionali” come vogliamo credere

- ▶ 4 carte/poliziotto allo U-TURN: non siamo “simbolici”
  - ▶ non sorprendente



# Non siamo così “non-razionali” come vogliamo credere

- ▶ 4 carte/poliziotto allo U-TURN: **non siamo “simbolici”**
  - ▶ non sorprendente
- ▶ esperimento numeri casuali: **non sappiamo generare il caos, non siamo caotici**
  - ▶ ma fa che siamo esseri “logici”?!?
  - ▶ una macchina riesce a “simulare” il caos meglio di noi?!?!

# Non siamo così “non-razionali” come vogliamo credere

- ▶ 4 carte/poliziotto allo U-TURN: non siamo “simbolici”
  - ▶ non sorprendente
- ▶ esperimento numeri casuali: non sappiamo generare il caos, non siamo caotici
  - ▶ ma fa che siamo esseri “logici”?!?
  - ▶ una macchina riesce a “simulare” il caos meglio di noi?!?!?

Le macchine sono più creative dell'essere umano?!?!?







Ma fa che siamo esseri “logici”?!?

Ma fa che siamo esseri “logici”?!?

SI!!!



Ma fa che siamo esseri “logici”?!?

SI!!!



Il cervello è inarrestabile

Ma fa che siamo esseri “logici”?!?

SI!!!



Il cervello è inarrestabile ... e segue dei pattern (schemi)





# Il messaggio finora

- ▶ Non siamo bravi a ragionare simbolicamente—4 carte
  - ▶ preferiamo elementi concreti, tangibili, “visivi”—poliziotto allo U-TURN

# Il messaggio finora

- ▶ Non siamo bravi a ragionare simbolicamente—4 carte
  - ▶ preferiamo elementi concreti, tangibili, “visivi”—poliziotto allo U-TURN
- ▶ ... però neanche siamo bravi a fare il caos, il nostro inarrestabile cervello ce lo impedisce

# Il messaggio finora

- ▶ Non siamo bravi a ragionare simbolicamente—4 carte
  - ▶ preferiamo elementi concreti, tangibili, “visivi”—poliziotto allo U-TURN
- ▶ ... però neanche siamo bravi a fare il caos, il nostro inarrestabile cervello ce lo impedisce
- ▶ **Un'ipotesi:** il nostro cervello lavora in maniera razionale, logica ma non ce ne accorgiamo
  - ▶ distinzione tra processi consci e inconsci



# Ricordati che devi bere!!!



## In parole povere

**D:** Che cos'è la logica (o in generale un formalismo)?

## In parole povere

**D:** Che cos'è la logica (o in generale un formalismo)?

**R:** Un linguaggio con proprietà tali da

## In parole povere

**D:** Che cos'è la logica (o in generale un formalismo)?

**R:** Un linguaggio con proprietà tali da

- ▶ annullare l'ambiguità (ironia, sarcasmo, tutti i piaceri della vita)

## In parole povere

**D:** Che cos'è la logica (o in generale un formalismo)?

**R:** Un linguaggio con proprietà tali da

- ▶ annullare l'ambiguità (ironia, sarcasmo, tutti i piaceri della vita)
- ▶ aumentare la chiarezza

## In parole povere

**D:** Che cos'è la logica (o in generale un formalismo)?

**R:** Un linguaggio con proprietà tali da

- ▶ annullare l'ambiguità (ironia, sarcasmo, tutti i piaceri della vita)
- ▶ aumentare la chiarezza
- ▶ **Perché?**

## In parole povere

**D:** Che cos'è la logica (o in generale un formalismo)?

**R:** Un linguaggio con proprietà tali da

- ▶ annullare l'ambiguità (ironia, sarcasmo, tutti i piaceri della vita)
- ▶ aumentare la chiarezza
- ▶ **Perché?** Affinchè possiamo comunicare con degli essere stupidi ma utili: le macchine, i computer  
**MA NON SOLO!!!**

## In parole povere

**D:** Che cos'è la logica (o in generale un formalismo)?

**R:** Un linguaggio con proprietà tali da

- ▶ annullare l'ambiguità (ironia, sarcasmo, tutti i piaceri della vita)
- ▶ aumentare la chiarezza
- ▶ **Perché?** Affinchè possiamo comunicare con degli essere stupidi ma utili: le macchine, i computer  
**MA NON SOLO!!!**

**Esempio:** il navigatore (tom-tom, google map, ...)

Affinchè possa indicarci la strada dobbiamo essere noi ad insegnargliela: prima di partire comunichiamo al navigatore la strada (scarichiamo le mappe). Lo facciamo attraverso un formalismo (rappresentazione schematica della rete stradale)

## In parole povere

**D:** Che cos'è la logica (o in generale un formalismo)?

**R:** Un linguaggio con proprietà tali da

- ▶ annullare l'ambiguità (ironia, sarcasmo, tutti i piaceri della vita)
- ▶ aumentare la chiarezza
- ▶ **Perché?** Affinchè possiamo comunicare con degli essere stupidi ma utili: le macchine, i computer  
**MA NON SOLO!!!**

**Esempio:** il navigatore (tom-tom, google map, ...)

Affinchè possa indicarci la strada dobbiamo essere noi ad insegnargliela: prima di partire comunichiamo al navigatore la strada (scarichiamo le mappe). Lo facciamo attraverso un formalismo (rappresentazione schematica della rete stradale)

**Detta così non appare neanche tanto esotica, eh?!?!**

# Una definizione un po' più formale

D: Che cos'è la logica?

# Una definizione un po' più formale

**D:** Che cos'è la logica?

**R:** 3 componenti

1. Sintassi

2. Semantica

3. Sistema di **deduzione**

# Una definizione un po' più formale

**D:** Che cos'è la logica?

**R:** 3 componenti

1. Sintassi, cioè il linguaggio vero e proprio: i **SIMBOLI**

2. Semantica

3. Sistema di **deduzione**



# Una definizione un po' più formale

**D:** Che cos'è la logica?

**R:** 3 componenti

1. Sintassi, cioè il linguaggio vero e proprio: i **SIMBOLI**

▶ elementi atomici:  $p_1, p_2, \dots$

▶ simboli di congiunzione:

**&&** (and)  $\rightarrow$  (se ... allora)

**||** (or)  $\leftrightarrow$  (se e solo se)

**¬** (non)

2. Semantica (solo per i simboli di congiunzione)

3. Sistema di **deduzione**







# Una definizione un po' più formale (continua)

**D:** Che cos'è la logica?

**R:** 3 componenti

1. Sintassi
2. Semantica
3. Sistema di **deduzione**

# Una definizione un po' più formale (continua)

**D:** Che cos'è la logica?

**R:** 3 componenti

1. Sintassi
2. Semantica
3. Sistema di **deduzione**

Regole per derivare fatti veri da altri fatti veri

**Esempio:**

$$\frac{p_1 \rightarrow p_2 \quad p_1}{p_2} \quad (\text{Regola del } \mathbf{modus\ ponens})$$

# Una semplice formalizzazione dell'enigma delle 4 carte



- ▶ ogni carta ha due facce: una raffigura una lettera e l'altra un numero
- ▶ il giocatore vede solo una faccia (l'altra è coperta)
- ▶ il giocatore deve verificare la seguente regola: a numero pari corrisponde una consonante

ad un numero pari corrisponde una consonante







# Non è tutto oro quel che... logica

## Le crepe della logica

- ▶ si basa su un ragionamento di tipo **deduttivo**
  
- ▶ ... mentre sembrerebbe che la maggior parte dei processi di ragionamento umano si basino su un ragionamento di tipo **induttivo**

# Non è tutto oro quel che... logica

## Le crepe della logica

- ▶ si basa su un ragionamento di tipo **deduttivo**
  - ▶ data una scatola contenente solo palline rosse **deduco** che se estraggo una pallina essa sarà rossa
  
- ▶ ... mentre sembrerebbe che la maggior parte dei processi di ragionamento umano si basino su un ragionamento di tipo **induttivo**

# Non è tutto oro quel che... logica

## Le crepe della logica

- ▶ si basa su un ragionamento di tipo **deduttivo**
  - ▶ data una scatola contenente solo palline rosse **deduco** che se estraggo una pallina essa sarà rossa
  
- ▶ ... mentre sembrerebbe che la maggior parte dei processi di ragionamento umano si basino su un ragionamento di tipo **induttivo**
  - ▶ se da una scatola di palline ripeto per un numero sufficientemente grande di volte l'estrazione di una pallina ed ogni volta l'esito è lo stesso (pallina rossa), allora **induco** che la scatola contiene solo palline rosse



# Formalizzare l'induzione

## Formalizzazione del ragionamento basata su induzione

- ▶ euristiche (predizioni di bontà): **intuizione umana, difficile da formalizzare per una macchina** (tuttavia se ne possono trovare esempi in intelligenza artificiale: google)
- ▶ meccanismi di filtraggio di informazione inutile (rumore)
  - ▶ funzione sottrattiva del cervello, autismo



# Il fallimento della logica (continua)

(rispetto all'ottimismo iniziale)

In realtà non è affatto detto che si possa fare, **neanche solo in teoria**

- ▶ Sappiamo che tutto ciò che una macchina è capace di fare (calcolare) può essere fatto anche dall'uomo
- ▶ non sappiamo se sia possibile, anche solo in teoria, una macchina/formalismo/sistema automatico che sia capace di fare tutto ciò che un uomo sa fare

# Il fallimento della logica (continua)

(rispetto all'ottimismo iniziale)

In realtà non è affatto detto che si possa fare, **neanche solo in teoria**

- ▶ Sappiamo che tutto ciò che una macchina è capace di fare (calcolare) può essere fatto anche dall'uomo
- ▶ non sappiamo se sia possibile, anche solo in teoria, una macchina/formalismo/sistema automatico che sia capace di fare tutto ciò che un uomo sa fare

## Teoremi di incompletezza di Gödel (molto informalmente)

Qualsiasi sistema formale abbastanza espressivo o non è corretto o non è completo

- ▶ la causa è l'abilità del sistema di parlare di se stesso: **autoreferenza, ricorsione, meta**

# Il fallimento della logica (continua)

(rispetto all'ottimismo iniziale)

In realtà non è affatto detto che si possa fare, **neanche solo in teoria**

- ▶ Sappiamo che tutto ciò che una macchina è capace di fare (calcolare) può essere fatto anche dall'uomo
- ▶ non sappiamo se sia possibile, anche solo in teoria, una macchina/formalismo/sistema automatico che sia capace di fare tutto ciò che un uomo sa fare

## Teoremi di incompletezza di Gödel (molto informalmente)

Qualsiasi sistema formale abbastanza espressivo o non è corretto o non è completo

- ▶ la causa è l'abilità del sistema di parlare di se stesso: **autoreferenza, ricorsione, meta**

Un'ultima formalizzazione: **UOMO  $\geq$  MACCHINA**

# Relazione tra matematica e logica

La logica è matematica

# Relazione tra matematica e logica

La logica è matematica

...

La matematica è logica

# Relazione tra matematica e logica

La logica è matematica

...

La matematica è logica

??? Soluzione:

# Relazione tra matematica e logica

La logica è matematica

...

La matematica è logica

??? **Soluzione:** la logica è matematica e anche meta-matematica

# Relazione tra matematica e logica

La logica è matematica

...

La matematica è logica

??? **Soluzione:** la logica è matematica e anche meta-matematica



# Grazie per l'attenzione