



COMPUTATIONAL THINKING

Università degli Studi di Verona
Tandem 2014/15



INTRODUZIONE

Tandem 2014/15 - Computational Thinking

01 – Lezione

- Alcune idee.
- Cenni agli algoritmi.



COMPUTATIONAL THINKING

- **The goal is to use computational thinking to forge ideas that are at least as "explicative" as the Euclid-like constructions (and hopefully more so) but more accessible and more powerful.**
[Seymour Papert, 1996]
- **Computational thinking.**
It represents a universally applicable attitude and skill set everyone, not just computer scientists, would be eager to learn and use.
[Jeannette M. Wing, 2006]
- **Il pensiero computazionale**
è un processo mentale per la risoluzione di problemi costituito dalla combinazione di metodi caratteristici e di strumenti intellettuali, entrambi di valore generale.
[programmaitfuturo.it, dicembre 2014]



COMPUTER SCIENCE

- ***Computer Science is not really about computers . . .***
[Hal Abelson, 1986]
- ***Computer Science ... is not actually a science.***
[Richard Feyneman, 1970]
- ***Computer science is no more about computers than astronomy is about telescopes!***
[attributed to Edsger Wybe Dijkstra (1930-2002)]



ALCUNI SPUNTI PER INIZIARE

- **Dai procedimenti risolutivi agli algoritmi**
 - Problemi e soluzioni.
 - Procedimenti risolutivi in matematica.
 - L'idea di algoritmo.



PROBLEMA? SOLUZIONE!

- Ogni problema richiede una soluzione!
- *Un problema è ...*
 - ... un quesito che richiede la determinazione di uno o più enti che soddisfino alle condizioni specificate nell'enunciato.
[Dizionario delle Scienze Fisiche, Treccani 1996]
- **Soluzione** è un procedimento che consente di costruire gli enti richiesti da un particolare problema.



ESEMPI DALLA GEOMETRIA

- Nel piano euclideo, dato un punto P e un valore positivo r disegnare una circonferenza di centro P e raggio r .
- Trovare la perpendicolare ad una retta passante per un dato punto.
- Costruire un triangolo equilatero a partire da un segmento.
- La somma degli angoli interni di un triangolo è un angolo piatto.
- Ogni triangolo può essere inscritto in una circonferenza.
- Data una retta e un punto, esiste una e una sola retta parallela a quella data passante per il punto.



PROPOSTE DI SOLUZIONE

- **Problema:**

dato, nel piano euclideo, un punto P e un valore positivo r disegnare una circonferenza di centro P e raggio r .

- **Soluzione (bozza):**

- aprire il compasso della misura r indicata;
- puntarlo sul punto P ;
- tracciare la circonferenza mantenendo fisso il punto P .

- **Problema:**

trovare la perpendicolare ad una retta passante per un dato punto.

- **Soluzione (cenni):**

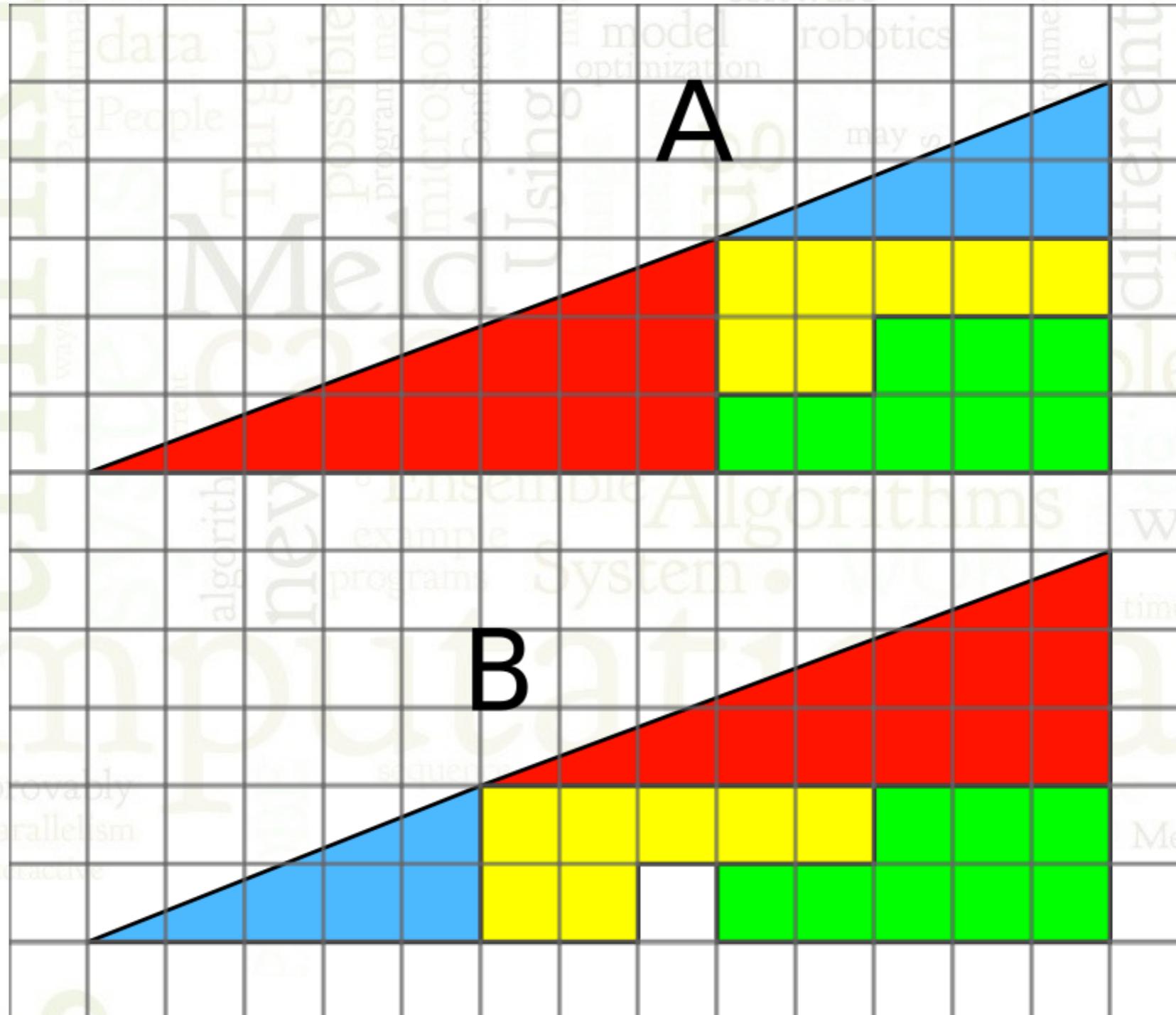
- aprire il compasso di una misura superiore alla distanza tra la retta e il punto;
- puntarlo sul punto P ;
- tracciare la circonferenza mantenendo fisso il punto P e ...



OSSERVAZIONI

- Le operazioni usate nei procedimenti sono tutte “*elementari*” o facilmente riconducibili a operazioni “*elementari*”?
- Quali *operazioni* si possono considerare *elementari*?
- È sempre evidente come eseguire un’operazione?
- Che ruolo gioca l’intuizione, l’intelligenza, la capacità di rappresentazione nello spazio?
- A volte le soluzioni ingannano ...

L'ENIGMA DELL'AREA DEL TRIANGOLO





L'ENIGMA DELL'AREA DEL TRIANGOLO

- **Problema.**
 - *I due triangoli A e B sono uguali?*
- **Procedimenti risolutivi.**
 - *Metodo della congruenza:*
 - se confrontino i lati;
 - se sono ordinatamente uguali allora ...
 - *Metodo dell'area:*
 - si misurino i lati e se ne calcoli l'area ...
 - *Metodo della decomposizione:*
 - si decomponga uno dei due triangoli in diversi poligoni;
 - si ricompongano i poligoni ottenuti fino a formare il secondo triangolo;
 -



OSSERVAZIONI

- Un particolare obiettivo si può ottenere attraverso procedimenti diversi.
- Ma non si dovrebbe ottenere sempre lo stesso risultato?
 - ...
- Il risultato dipende dal metodo risolutivo?
 - ...
- Quali conclusioni possiamo trarre da questo caso?
 - ...



ESEMPI DAL CALCOLO

- Data un'equazione di secondo grado calcolarne le soluzioni.
- Calcolare la radice quadrata di un numero.
- Calcolare il logaritmo di un numero.
- Calcolare il valore di una funzione in un dato punto.
- Sia dato un intervallo chiuso e limitato $[a,b]$ e una funzione $f(x)$ tale che ...
Determinare uno zero della funzione nell'intervallo.
- Determinare se una data funzione possiede zeri.



ALCUNE SOLUZIONI

- **Problema.** *Data un'equazione di secondo grado calcolarne le soluzioni.*
- **Soluzione (bozza):**
 - calcolare il *delta*;
 - l'insieme delle soluzioni è determinato a seconda del valore del *delta*:
se il *delta* è
 - **negativo** allora non ci sono soluzioni
 - **nullo** allora esiste un'unica soluzione che si calcola ...
 - **positivo** allora esistono due soluzioni distinte che si calcolano ...
 - costruire l'insieme delle soluzioni e restituirlo come risultato.
- **Problema.** *Calcolare la radice quadrata di un numero.*
- **Alcune soluzioni possibili (ce n'è più d'una!).**
 - Adoperare una calcolatrice scientifica.
 - Procedere con il metodo “elementare” (Bombelli, XVI secolo).
 - Procedere con il metodo di Newton (XVII secolo).
 - E molti altri ancora ...



ALCUNE SOLUZIONI

- **Teorema:**

*Sia dato un intervallo chiuso e limitato $[a,b]$ e una funzione $f(x)$ tale che ...
Allora la funzione ammette almeno uno zero nell'intervallo.*

- **Problema:** *nelle ipotesi del teorema trovare lo zero di una data funzione.*

- **Soluzione (cenni):**

- la dimostrazione del teorema in questione è di fatto un procedimento che permette di calcolare lo zero richiesto.

- **Problema:**

determinare se una data funzione possiede zeri (e in tal caso calcolarli).

- **Alcune soluzioni possibili (ce n'è più d'una!).**

- Siamo nelle condizioni del teorema citato? In tal caso ...
- La funzione è espressa da un polinomio? A volte si risolvere ...
- Diversamente ... la questione può rivelarsi spinosa



OSSERVAZIONI

- I procedimenti indicato fanno uso dei numeri reali.
- C'è un problema di rappresentazione: i numeri reali richiedono
 - in teoria un'espansione decimale infinita,
 - ma in pratica questo non è possibile! Perché?
- In alcuni casi il procedimento risolutivo potrebbe avere difficoltà nel produrre la soluzione finale perché richiede un tempo di esecuzione infinito.
- In altri casi (gli zeri di una generica funzione) le difficoltà provengono dalla nostra ignoranza: non sappiamo davvero se la soluzione esiste!



ESEMPI ARITMETICI

- Calcolare il prodotto di due numeri interi.
- Dati due numeri interi calcolarne il quoziente e il resto.
- Determinare se un dato numero intero è primo.
- Fattorizzare un numero intero.
- Determinare il massimo comun divisore di due numeri interi.



ALCUNE SOLUZIONI (CENNI)

- ***Il prodotto di numeri interi.***
Possibili soluzioni:
 - usare la calcolatrice;
 - iterare la somma di uno dei fattori un numero di volte pari al valore dell'altro fattore;
 - mettere i numeri in colonna e adoperare il metodo “elementare”.
- ***Verifica della primalità, ovvero dato un numero dire se è primo.***
 - Metodo elementare “esaustivo”:
 - Sia n il numero da verificare;
 - per tutti i numeri interi d tali che $2 \leq d < n$ si verifichi se d divide n ;
 - se nessuno divide allora n è primo, altrimenti non lo è;
 - restituire il risultato.
 - Altri metodi? In effetti si può far di meglio!



ALCUNE SOLUZIONI (CENNI)

- **La fattorizzazione di un numero intero.**
- Una possibile soluzione:
 - determinare i divisori primi del numero;
 - calcolarne l'esponente;
 - restituire la fattorizzazione ottenuta.
- **Calcolare il Massimo Comun Divisore di una coppia di numeri interi.**
 - Metodo elementare “esaustivo”:
 - siano a e b interi;
 - fattorizzare entrambi i numeri;
 - determinare i fattori comuni;
 - ad ogni fattore comune assegnare il minimo tra gli esponenti delle due fattorizzazioni;
 - costruire con i fattori comuni il numero richiesto e restituirlo.
 - Altri metodi? In effetti si può far di meglio!



OSSERVAZIONI

- Quali sono le operazioni elementari di questi procedimenti aritmetici?
- Come vengono “assemblate” le operazioni elementari per costruire i procedimenti risolutivi?
- I procedimenti risolutivi spesso calcolano una funzione. È sempre così?
- ...



ALTRI ESEMPI

- Determinare l'altezza di una piramide egizia.
- Determinare la distanza tra due punti separati da un fiume.
- Calcolare il percorso più breve tra due luoghi in città.
- Trovare il modo di ottenere la media del 7.



ATTIVITÀ PROPOSTE

■ Attività 1-1.

- Si considerino gli esempi proposti e ...
- si provi a risolverne qualcuno con un “adeguato” rigore.
- In altri termini per qualcuno degli esempi proposti (almeno 1!) si cerchi di descrivere gli algoritmi che costituiscono il procedimento risolutivo in modo rigoroso, ma **senza adoperare un linguaggio di programmazione!**

■ Attività 1-2.

- Si cerchi di scoprire quali sono le tecniche risolutive importanti che stanno alla base della soluzione dei seguenti problemi.
 - *La ricerca efficace di pagine web.*
 - *Il calcolo del miglior percorso tra due luoghi.*

■ Attività 1-3.

- Che cosa fa l'algoritmo descritto nella pagina seguente?



ALGORITMO INCOGNITO

- Sono dati a , b numeri naturali (ossia interi positivi).
- Sia r un intero inizialmente nullo;
- Fin quando $a > 0$ ripeti le azioni seguenti:
 - raddoppia il valore di r ;
 - se a è dispari allora
 - aumenta il valore di r della quantità b ;
 - in ogni caso dimezza il valore di a (cioè calcola il quoziente di $a/2$)
- Al termine restituisci il valore finale di r .



ALGORITMO INCOGNITO (VERSIONE SINTETICA)

1. Sono dati a , b numeri naturali (gli argomenti)
2. sia $r \leftarrow 0$ intero;
3. **Fin quando** ($a > 0$):
 - 3.1. $r \leftarrow 2 * r$;
 - 3.2. **se** a è dispari **allora** $r \leftarrow r + b$;
 - 3.3. $a \leftarrow a / 2$;
4. restituisci r (il risultato).



ALGORITMO INCOGNITO: CHE COSA FA? UNA TEST

- Sono $a = 3$ e $b = 5$.
- Eseguiamo l'algoritmo incognito con questi dati.
- Il risultato finale è ...

	$a > 0?$	a	b	r
avvio: linee 1, 2;		3	5	0
iterazione 1: linea 3	vero			
– linea 3.1				0
– linea 3.2				5
– linea 3.3		1		
iterazione 2: linea 3	vero			
– linea 3.1				10
– linea 3.2				15
– linea 3.3		0		
(continua)				