L'ELABORATORE ELETTRONICO

- Il calcolatore elettronico è uno strumento in grado di eseguire insiemi di *azioni* ("*mosse*") *elementari*
- le azioni vengono eseguite su "dati" in ingresso (***input***) per produrre uno o più "risultati" (***output***)
- l'esecuzione di azioni viene richiesta all'elaboratore attraverso *frasi* scritte in un qualche *linguaggio* (*istruzioni*)

PROGRAMMAZIONE

L'attività con cui si predispone l'elaboratore a **eseguire un *particolare insieme di azioni* su *particolari dati***, allo scopo di *risolvere un problema*

ALCUNE DOMANDE FONDAMENTALI

- **Quali istruzioni** esegue un elaboratore?
- **Quali problemi** può risolvere un elaboratore?
- ***Esistono problemi che un elaboratore non può risolvere?***
- **Che ruolo ha il linguaggio** di programmazione?

PROBLEMI DA RISOLVERE

- I problemi che siamo interessati a risolvere con l'elaboratore sono di natura molto varia.
  - *Dati due numeri trovare il maggiore*
  - *Dato un elenco di nomi e relativi numeri di telefono trovare il numero di telefono di una determinata persona*
  - *Dati a e b, risolvere l'equazione ax+b=0*
  - *Stabilire se una parola viene alfabeticamente prima di un'altra*
  - *Somma di due numeri interi*
  - *Scrivere tutti gli n per cui l'equazione: $X^n + Y^n = Z^n$ ha soluzioni intere (problema di Fermat)*
  - *Ordinare una lista di elementi*
  - *Calcolare il massimo comun divisore fra due numeri dati*
  - *Calcolare il massimo in un insieme*

RISOLUZIONE DI PROBLEMI

- La descrizione del problema non fornisce (in generale) un metodo per risolverlo.
  - Affinché un problema sia risolvibile è necessario che la sua definizione sia chiara e completa

- Non tutti i problemi sono risolvibili attraverso l'uso del calcolatore. Esistono classi di problemi per le quali la soluzione automatica non è proponibile. Ad esempio:
  - se il problema presenta infinite soluzioni
  - per alcuni dei problemi **non è stato trovato** un metodo risolutivo per molti anni (problema di Fermat)
  - per alcuni problemi è stato dimostrato che **non esiste** un metodo risolutivo automatizzabile

RISOLUZIONE DI PROBLEMI

- Noi ci concentreremo sui problemi che, ragionevolmente, ammettono un metodo risolutivo ➡ **funzioni calcolabili**

- Uno degli obiettivi del corso è presentare le tecnologie e le metodologie di programmazione
  - **Tecnologie**: strumenti per lo sviluppo di programmi
  - **Metodologie**: metodi per l'utilizzo corretto ed efficace delle tecnologie di programmazione

RISOLUZIONE DI PROBLEMI

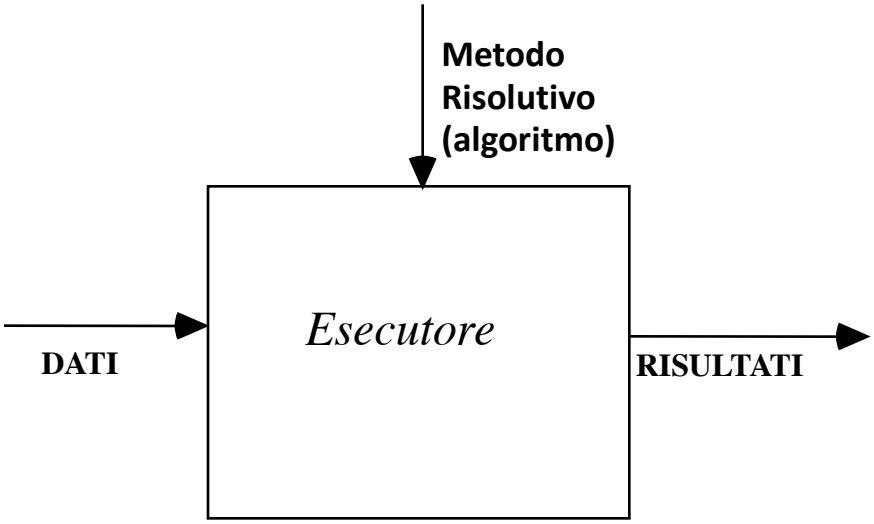
La risoluzione di un problema è il processo che dato un problema, e individuato un opportuno metodo risolutivo trasforma i dati iniziali nei corrispondenti risultati finali.

Affinché la risoluzione di un problema possa essere realizzata attraverso l'uso del calcolatore, tale processo deve poter essere definito come *sequenza di azioni elementari.*

ALGORITMO

- Un algoritmo è una sequenza **finita** di mosse che risolve ***in un tempo finito*** una *classe* di problemi.

- L'esecuzione delle azioni *nell'ordine specificato dall'algoritmo* consente di ottenere, a partire dai dati di ingresso, i risultati che risolvono il problema



ESECUTORE
una ***macchina astratta***
capace di ***eseguire le azioni***
specificate dall'algoritmo.

ALGORITMI: PROPRIETÀ

- **Eseguibilità**: ogni azione dev'essere *eseguibile* dall'esecutore *in un tempo finito*
- **Non-ambiguità**: ogni azione deve essere *univocamente interpretabile* dall'esecutore
- **Finitezza**: il numero totale di azioni da eseguire, per ogni insieme di dati di ingresso, deve essere finito

ALGORITMI: PROPRIETÀ (2)

Quindi, l'algoritmo deve:

- essere *applicabile a qualsiasi insieme di dati di ingresso* appartenenti al **dominio di definizione** dell'algoritmo

- essere costituito da operazioni appartenenti ad un determinato **insieme di operazioni fondamentali**

- essere costituito da **regole non ambigue**, cioè interpretabili in modo **univoco** qualunque sia l'esecutore (persona o "macchina") che le legge

ALGORITMI E PROGRAMMI

- Ogni elaboratore è una macchina in grado di eseguire azioni elementari su oggetti detti **DATI**.

- L'esecuzione delle azioni è richiesta all'elaboratore tramite comandi elementari chiamati **ISTRUZIONI** espresse attraverso un opportuno formalismo: il **LINGUAGGIO di PROGRAMMAZIONE**.

- La formulazione testuale di un algoritmo in un linguaggio comprensibile a un elaboratore è detta **PROGRAMMA**.

PROGRAMMA

Un programma è un testo scritto in accordo a un linguaggio di programmazione.

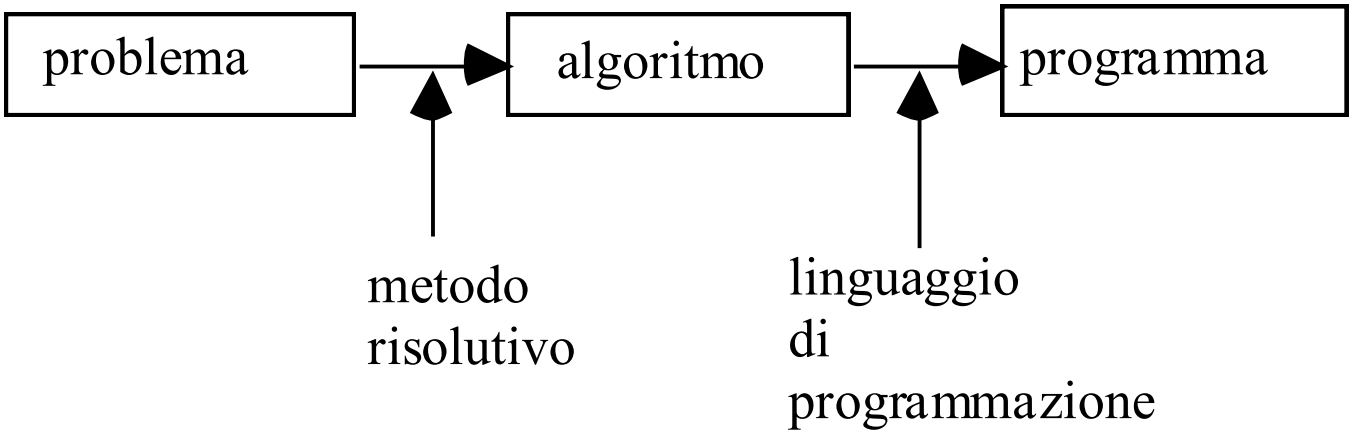
oppure, enfatizzando i passi di costruzione e sintesi del programma…

Un ***programma*** è la **formulazione testuale,** in un certo linguaggio di programmazione, di un **algoritmo** che risolve un dato *problema*.

ALGORITMO & PROGRAMMA

Passi per la risoluzione di un problema:

- individuazione di un procedimento risolutivo, partendo dai **DATI**
- scomposizione del procedimento in un insieme ordinato di azioni che lavorano sui dati ➡ **ALGORITMO**
- rappresentazione dei **DATI** e dell'algoritmo attraverso un formalismo comprensibile dal calcolatore ➡ **LINGUAGGIO DI PROGRAMMAZIONE**



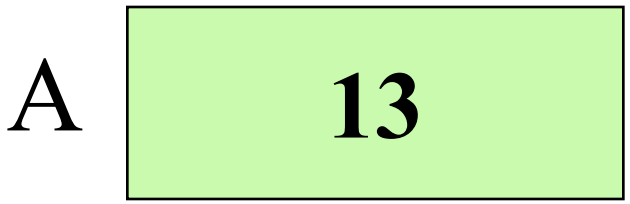
DATI e VARIABILI

Codice C (capiremo meglio fra qualche lezione…)

```
int A;
A = 13;
printf("%d\n", A);
printf("A vale %d\n", A);
```

Una *variabile*

- **è un'astrazione una *zona di memoria* dove manteniamo un valore**



DATI e VARIABILI

Codice C (capiremo meglio fra qualche lezione…)

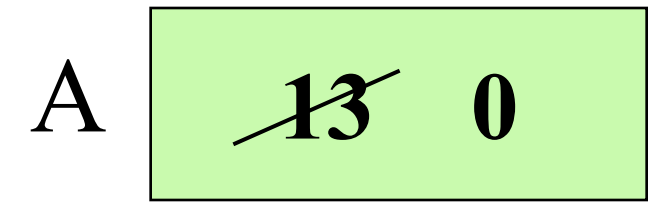
```
int A;
A = 13;
printf("%d\n", A);
printf("A vale %d\n", A);

A = 0;
printf("%d\n", A);
printf("A vale %d\n", A);
```

Cosa stampa?

Una *variabile*

- ***non è solo un sinonimo per un dato*** come in matematica
- **quindi possiamo cambiare il valore della variabile**



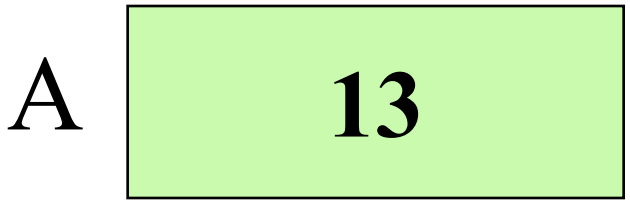
DATI e VARIABILI

Codice C (capiremo meglio fra qualche lezione…)

```
int A;
A = 13;
printf("%d\n", A);
```

Una *variabile*

- **come possiamo modificare il codice a sinistra per stampare 4 volte l'intero 13?**



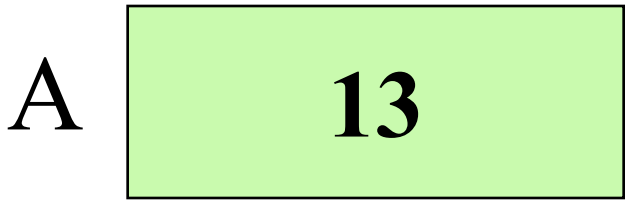
DATI e VARIABILI

Codice C (capiremo meglio fra qualche lezione…)

```
int A;
A = 13;
printf("%d\n", A);
printf("%d\n", A);
printf("%d\n", A);
printf("%d\n", A);
```

Una *variabile*

- **come possiamo modificare il codice a sinistra per stampare 4 volte l'intero 13?**



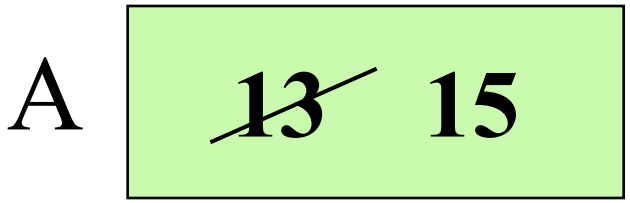
DATI e VARIABILI

Codice C (capiremo meglio fra qualche lezione…)

```
int A;
A = 13;
printf("A vale %d", A);
A = A + 2;
printf("A vale %d", A);
```

Una *variabile*

- **a destra del simbolo di = denota il valore della variabile → si può usare per calcolare nuove espressioni**



UN ESEMPIO DI PROGRAMMA (in linguaggio C)

```
main()  {
 int A, B;
 A = 3;
 B = 4;
 printf("Ecco i valori di A, A e B:\n");
 printf("%d, %d e %d\n", A, A, B);
 printf("Valore di A+B = %d\n", A + B);
}
```

ALGORITMI: ESEMPI

- **Soluzione dell'equazione ax+b=0**
  - leggi i valori di a e b
  - calcola -b
  - dividi quello che hai ottenuto per a e chiama x il risultato
  - stampa x

- **Calcolo del massimo di un insieme di 3 elementi interi (x, y, z):**
  - Scegli il primo elemento (x) come massimo provvisorio *max*
  - Se *y* > *max* eleggi *y* come nuovo massimo provvisorio *max*
  - Se *z* > *max* eleggi *z* come nuovo massimo provvisorio *max*
  - Il risultato è *max*

NOTA: si utilizzano **VARIABILI** ossia nomi simbolici usati nell'algoritmo per denotare dati

ALGORITMI: ESEMPI

- **Somma degli elementi dispari di un insieme**
  - Detto INS l'insieme di elementi considero un elemento X di INS alla volta senza ripetizioni. Se X è dispari, sommo X a un valore S inizialmente posto uguale a 0. Se X è pari non compio alcuna azione.

- **Somma di due numeri X e Y**
  - Incrementare il valore di Z, inizialmente posto uguale a X per Y volte.
    - poni Z = X
    - poni U = 0
    - finché U è diverso da Y
  - incrementa Z (Z:=Z+1)
  - incrementa U (U:=U+1)
  - Il risultato è Z

Si supponga di avere a disposizione come mossa elementare solo l'incremento e non la somma tra interi

ALGORITMI EQUIVALENTI

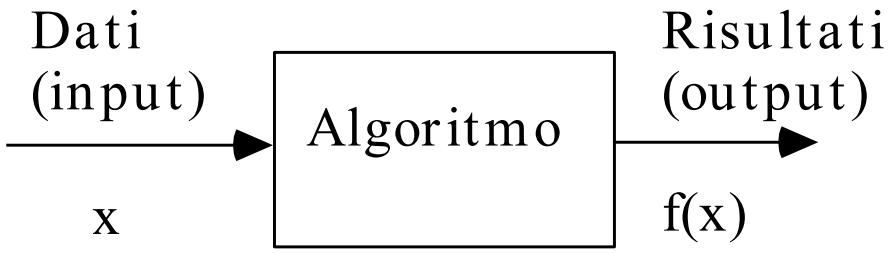
Due algoritmi si dicono ***equivalenti*** quando:

- hanno lo stesso **dominio di ingresso**;
- hanno lo stesso **dominio di uscita**;
- in corrispondenza degli **stessi valori del dominio di ingresso *producono gli stessi valori* nel dominio di uscita.**

ALGORITMI EQUIVALENTI (2)

Due algoritmi ***equivalenti***

- forniscono lo **stesso risultato**
- ma possono avere ***diversa efficienza***
- e possono essere **profondamente diversi !**



ALGORITMI EQUIVALENTI (3)

ESEMPIO: calcolo del M.C.D. fra due interi M, N

- **Algoritmo 1**
  - Calcola l'insieme A dei divisori di M
  - Calcola l'insieme B dei divisori di N
  - Calcola l'insieme C dei divisori comuni = A $\cap$ B
  - Il risultato è il massimo dell'insieme C

- **Algoritmo 2 (di Euclide)**

$$\textbf{MCD (M,N)} = \begin{cases} \text{M (oppure N)} & \text{se } M=N \\ \textbf{MCD (M-N, N)} & \text{se } M>N \\ \textbf{MCD (M, N-M)} & \text{se } M<N \end{cases}$$

ALGORITMI EQUIVALENTI (4)

ESEMPIO: calcolo del M.C.D. fra due interi M, N

- **Algoritmo 2 (di Euclide)**

  Finché M≠N:
  - se M>N, sostituisci a M il valore M' = M-N
  - altrimenti sostituisci a N il valore N' = N-M
  - Il Massimo Comun Divisore è il valore finale ottenuto quando M e N diventano uguali

$$\text{MCD}(M,N) = \begin{cases} M \text{ (oppure } N) & \text{se } M=N \\ \textbf{MCD}(M-N, N) & \text{se } M>N \\ \textbf{MCD}(M, N-M) & \text{se } M<N \end{cases}$$

ALGORITMI EQUIVALENTI (5)

Gli **algoritmi 1 e 2 sono equivalenti…**

…ma hanno efficienza ben diversa!!

IL PROBLEMA DEL PROGETTO

- **La descrizione del problema, in genere, non indica direttamente il modo per ottenere il risultato voluto (il procedimento risolutivo)**

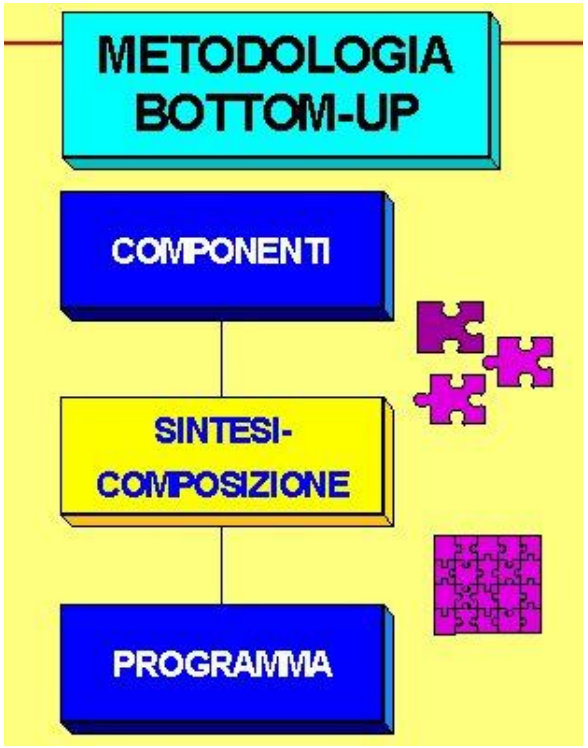
- **Occorrono *metodologie* per affrontare il problema del progetto in modo sistematico**

IL PROBLEMA DEL PROGETTO

- **Due dimensioni progettuali:**
  - **Programmazione in piccolo** (***in-the-small***)
  - **Programmazione in grande** (***in-the-large***)

- **procedere per livelli di astrazione**
- **garantire al programma *strutturazione* e *modularità***

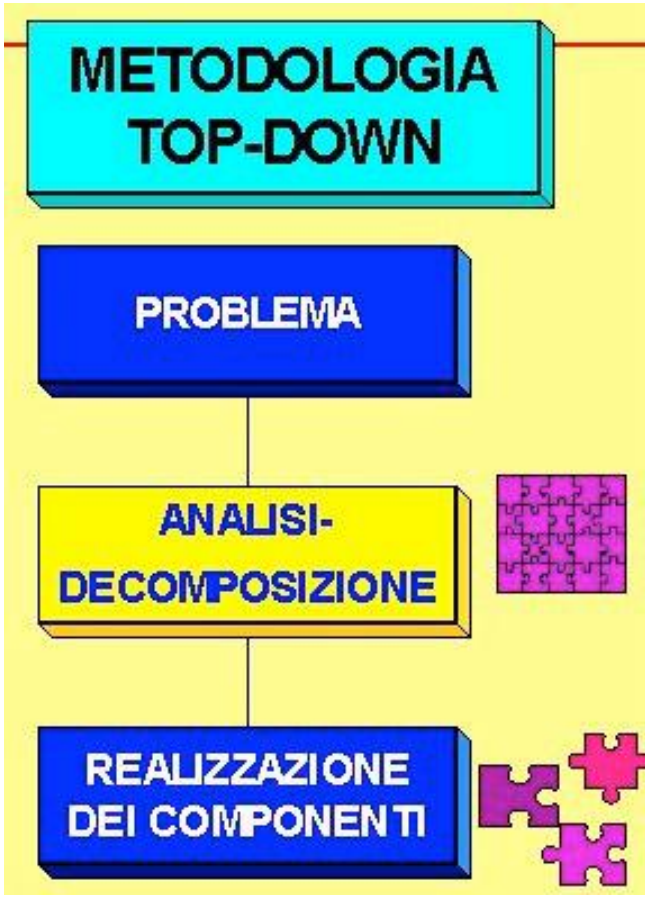
METODOLOGIE DI PROGETTO



METODOLOGIA TOP-DOWN

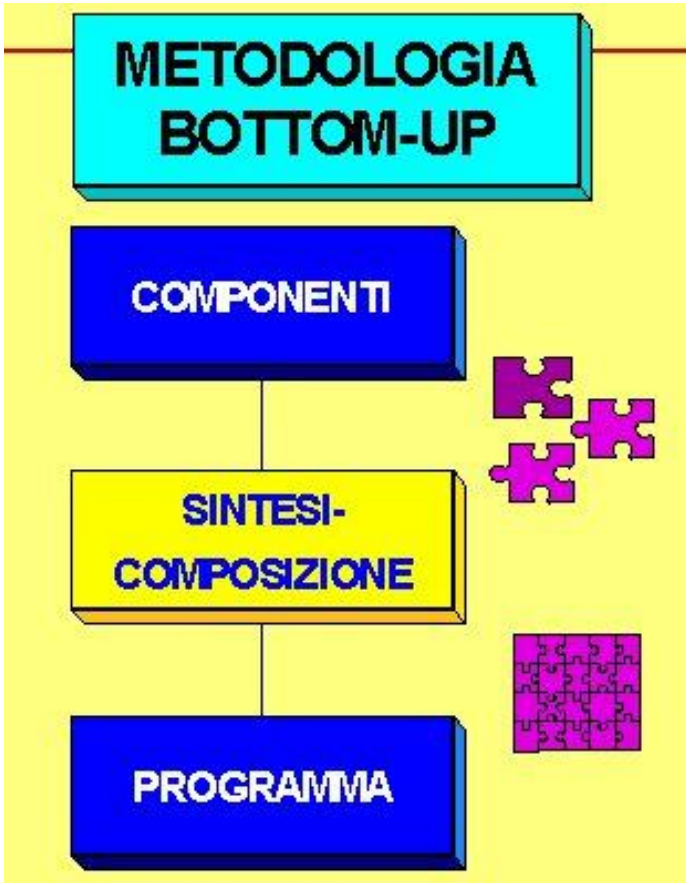
Procede per **decomposizione** del problema in sotto-problemi, per ***passi di raffinamento successivi***

- Si scompone il problema in sottoproblemi
- Si risolve ciascun sottoproblema con lo stesso metodo, fino a giungere a sottoproblemi risolubili con mosse elementari



METODOLOGIA BOTTOM-UP

Procede per ***composizione di componenti e funzionalità elementari***, fino alla **sintesi** dell'intero algoritmo ("*dal dettaglio all'astratto*")



IL PROBLEMA DEL PROGETTO

Dunque, dato un problema ***non si deve iniziare subito a scrivere il programma***

- così si scrivono *a fatica* programmi semplici
- spesso sono errati, e non si sa perché
- nessuno capisce cosa è stato fatto (dopo un po', nemmeno l'autore...)
- è necessario valutare la soluzione migliore tra tante
- è necessario scrivere programmi facilmente modificabili/estendibili

IL PROBLEMA DEL PROGETTO

- **La specifica della *soluzione* e la fase di *codifica* sono concettualmente distinte**

- **<u>e tali devono restare anche in pratica!</u>**

UN ESEMPIO

Problema:

"Data una temperatura espressa in gradi Celsius, calcolare il corrispondente valore espresso in gradi Fahrenheit"

Approccio:

- **si parte dal problema e dalle proprietà note *sul dominio dei dati***

UN ESEMPIO

Problema:

"Data una temperatura espressa in gradi Celsius, calcolare il corrispondente valore espresso in gradi Fahrenheit"

Specifica della soluzione:

$$c * 9/5 = f - 32$$

$$c = (f - 32) * 5/9 \text{ oppure } f = 32 + c * 9/5$$

UN ESEMPIO

L'Algoritmo corrispondente:

- Dato **c**
- calcolare **f** sfruttando la relazione

$$f = 32 + c * 9/5$$

SOLO A QUESTO PUNTO

- **si sceglie un linguaggio**
- **si *codifica* l'algoritmo in tale linguaggio**