

Le basi della programmazione

BLOCCO TEMATICO

C

Conoscenze

- Concetto di problema e tecniche di risoluzione
- Concetti di azione e processo
- Concetti di istruzione e di ambiente di valutazione
- Concetto di algoritmo
- Fondamenti di programmazione

Abilità

- Distinguere dati e informazioni
- Organizzare e rappresentare informazioni
- Studiare un problema e trovarne la soluzione
- Formalizzare e rappresentare gli algoritmi
- Utilizzare correttamente i vari tipi di dati

Competenze

- Analizzare, progettare e realizzare semplici algoritmi utilizzando specifici modelli



UNITÀ DI APPRENDIMENTO 1 Informatica e problemi

- 1 L'informatica
- 2 I problemi
- 3 Formulare e comprendere i problemi
- 4 La modellizzazione del problema
- 5 La strategia risolutiva: i metodi
- 6 Risolutore ed esecutore

UNITÀ DI APPRENDIMENTO 2 Problemi e algoritmi

- 7 Descrizioni rigorose
- 8 L'algoritmo
- 9 Rappresentazione degli algoritmi
- 10 Variabili e costanti
- 11 Tipi di dati e astrazione: il tipo intero
- 12 Tipi di dati e astrazione: reale, carattere, stringa, booleano
- 13 Espressioni e loro valutazione
- 14 Le istruzioni operative

UNITÀ DI APPRENDIMENTO 3 Strutture di controllo

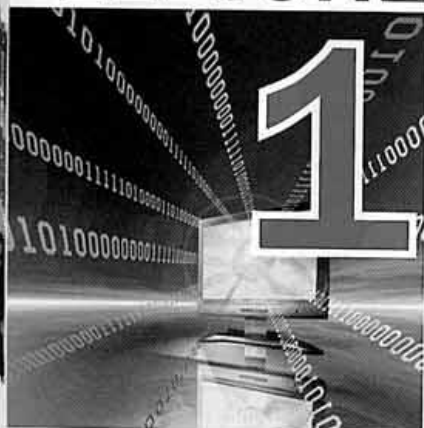
- 15 L'arte di programmare
- 16 La programmazione strutturata e il costruito sequenza
- 17 Il costruito selezione
- 18 Algebra booleana e logica: introduzione
- 19 Algebra booleana e logica: altre funzioni e regole di precedenza
- 20 Il costruito iterativo precondizionale
- 21 Il costruito iterativo postcondizionale
- 22 I costrutti iterativi derivati





LEZIONE

1



Che cos'è l'informatica? Che cosa studia? Per capire che cos'è l'informatica, diciamo che cosa essa non è; in questo modo possiamo comprendere non soltanto di che cosa si occupa questa scienza, ma anche di che cosa si occupa l'*informatico*, cioè chi studia l'informatica e le sue applicazioni.

Le due domande appena poste sembrerebbero elementari, forse banali, ma le risposte sono, invece, complesse. Perché, nel linguaggio quotidiano, informatica è un termine di uso comune, ma dai contorni poco definiti.

Ciò a causa dell'accezione comune del termine "informatica" che fa riferimento all'uso del computer: scrivere una lettera, fare dei calcoli, installare un software, realizzare delle presentazioni, navigare su Internet, divertirsi con i videogiochi. Questo, secondo il pensiero comune, è ciò di cui si occupa l'informatica e che dovrebbe saper fare un informatico.

Tutto quanto appena detto è, invece, ciò che l'informatica non è!

Informatica e matematica

L'informatica è un campo di studio molto giovane. I primi computer risalgono infatti a soli 60 anni fa e a quell'epoca l'informatica non era considerata una disciplina separata dalla matematica. L'informatica affonda le proprie radici nella matematica, ma ormai è una scienza ben distinta. Per comprendere quali sono i rapporti tra matematica e informatica, e quali sono invece le peculiarità dell'informatica come scienza, ricorriamo a un semplice esempio.

Consideriamo un'operazione matematica semplicissima, che tutti noi sappiamo eseguire: la divisione tra due numeri. La matematica e l'informatica hanno due punti di vista diversi su questo problema:

- la matematica si occupa di scoprire un procedimento per risolvere il problema;
- l'informatica si occupa di codificare questo procedimento in un linguaggio comprensibile ed eseguibile da una macchina.

L'informatica si occupa proprio di codificare la procedura matematica in maniera da renderla comprensibile al computer. Perché proprio a una macchina? I motivi sono tanti e li riassumiamo in pochi punti:

- perché la macchina riesce a eseguire la procedura in modo molto più rapido di quanto non possa fare l'uomo;
- perché l'uomo può commettere errori durante l'esecuzione della procedura, mentre la macchina applicherà sempre in maniera corretta la procedura che è stata predisposta dall'uomo;
- perché, lasciando alla macchina l'esecuzione dei compiti più lunghi, noiosi e ripetitivi, l'uomo può concentrarsi su attività "intellettuali" che non sono di competenza delle macchine.

Informatica, algoritmi e computer

L'informatica si occupa, quindi, di trovare soluzioni elementari ai problemi. Parliamo di "soluzioni elementari" perché la macchina non è in grado di svolgere compiti complessi, anzi è capace di eseguire solo istruzioni semplici ed elementari. In questo libro impareremo a conoscere queste soluzioni elementari con il termine **algoritmo**. Un algoritmo è una descrizione completa e non ambigua di una procedura risolutiva di un problema. Alla base dell'informatica c'è, quindi, lo studio delle tecniche per la risoluzione dei problemi tramite gli algoritmi.

L'informatica è scienza in quanto propone un approccio sistematico e disciplinato alla soluzione (automatica) dei problemi attraverso l'elaborazione dell'informazione.

Alla base dell'informatica non c'è il computer, come comunemente si pensa, ma concetti diversi, quali, per esempio:

- le tecniche di progettazione degli algoritmi;
- le metodologie per la produzione del software;
- i linguaggi di programmazione;
- i programmi traduttori (compilatori e interpreti).

Lo studio dell'informatica considera il computer come in astronomia si considera il telescopio: uno **strumento** per provare le proprie teorie e, nel caso specifico, verificare i propri ragionamenti o algoritmi.

La maggior parte degli oggetti elettronici, come i telefoni cellulari, per esempio, è programmata grazie alla preventiva realizzazione di specifici algoritmi. La principale differenza tra il computer e questi strumenti elettronici è data dal fatto che **il computer è capace di apprendere nuovi algoritmi ed eseguirli autonomamente**.

A nessun altro tipo di strumento possiamo far svolgere un nuovo compito, poiché tali strumenti possono svolgere solo le operazioni previste dall'algoritmo che sono già in grado di interpretare (essi sono, quindi, degli automi), mentre i compiti di un computer sono tutti da definire e progettare (programmare), grazie agli algoritmi.



Ora possiamo dare una definizione di informatica:

derivato dal francese *informatique* e coniato dall'ingegnere francese Philippe Dreyfus nel 1962, il termine **informatica** (contrazione di *informazione automatica*) si riferisce alla disciplina scientifica che aiuta a risolvere problemi di una parte semplificata della realtà, tramite tecniche e metodi per l'analisi, la rappresentazione, l'elaborazione, la memorizzazione e la trasmissione dell'informazione. Negli ambienti anglosassoni questa disciplina prende il nome di **Computer Science**.

Dalla definizione si evince che l'informatica è una **scienza interdisciplinare** che riguarda tutti gli aspetti del trattamento dell'informazione mediante procedure automatizzabili e che il supremo compito di questa scienza e dei suoi studiosi è quello di progettare e sviluppare algoritmi che descrivano e trasformino l'informazione pervenendo, così, alla soluzione automatica dei problemi.

L'informatica è diventata ormai strategica in ogni settore dell'attività umana, nello sviluppo economico e sociale delle popolazioni. Il fatto che esistano persone prive della possibilità di utilizzarla è divenuto un problema di interesse internazionale. Questo divario tra chi ha la possibilità di utilizzare la tecnologia e chi no viene indicato con il termine **digital divide** e le sue principali cause sono legate alle condizioni economiche, al grado di istruzione e alle dotazioni infrastrutturali.

Che cos'è e che cosa non è l'informatica

L'informatica è...

- La scienza che studia i metodi e i processi per risolvere i problemi.
- La scienza del ragionamento automatico.
- La scienza che ha come principale applicazione il mondo dei computer e del software (linguaggi, algoritmi, architetture, applicazioni, interfacce, web).

L'informatica non è...

- Lo studio dei calcolatori.
- L'uso dei computer.
- L'abilità di navigare su Internet.
- La tecnica per assemblare i computer.
- La conoscenza di particolari software.
- La tecnica per installare il software.
- La conoscenza di svariati linguaggi di programmazione.
- Soltanto programmare.

In conclusione possiamo dire che l'informatica comprende anche le parti appena citate ma esse, prese singolarmente, non sono l'informatica.

LEZIONE

2



I problemi

L'essere umano è fortemente dipendente dai problemi. Tutti, fin dalla più tenera età, ci poniamo problemi di natura molto varia: trovare il maggiore fra due numeri; dato un elenco di nomi e numeri di telefono, trovare il numero di una data persona; dati a e b , risolvere l'equazione $ax + b = 0$; e così via.

Alcuni problemi possono apparire più semplici, altri più complessi, altri ancora assurdi. Ma come facciamo a definire un problema facile, difficile o assurdo? principalmente: che cos'è un problema? Sfogliando il dizionario leggiamo che:

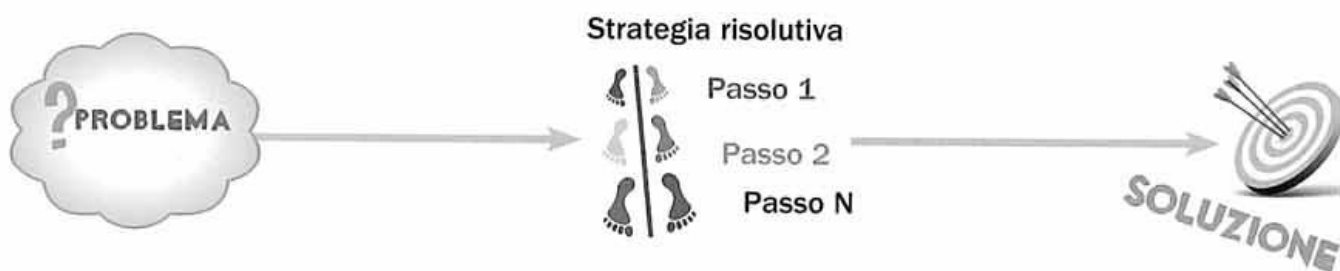
un **problema** è una questione in base alla quale si devono trovare uno, o più elementi ignoti (la **soluzione**) partendo dagli elementi noti contenuti nell'enunciato della questione stessa.

Il concetto di "problema" può avere svariate accezioni in quanto può applicarsi sia a strumenti di valutazione nell'ambito di discipline specifiche, come per i problemi di matematica o fisica, sia a metodologie di sviluppo per l'apprendimento integrato del sapere scientifico, sia alla risoluzione di situazioni "quotidiane".

Risolvere un problema

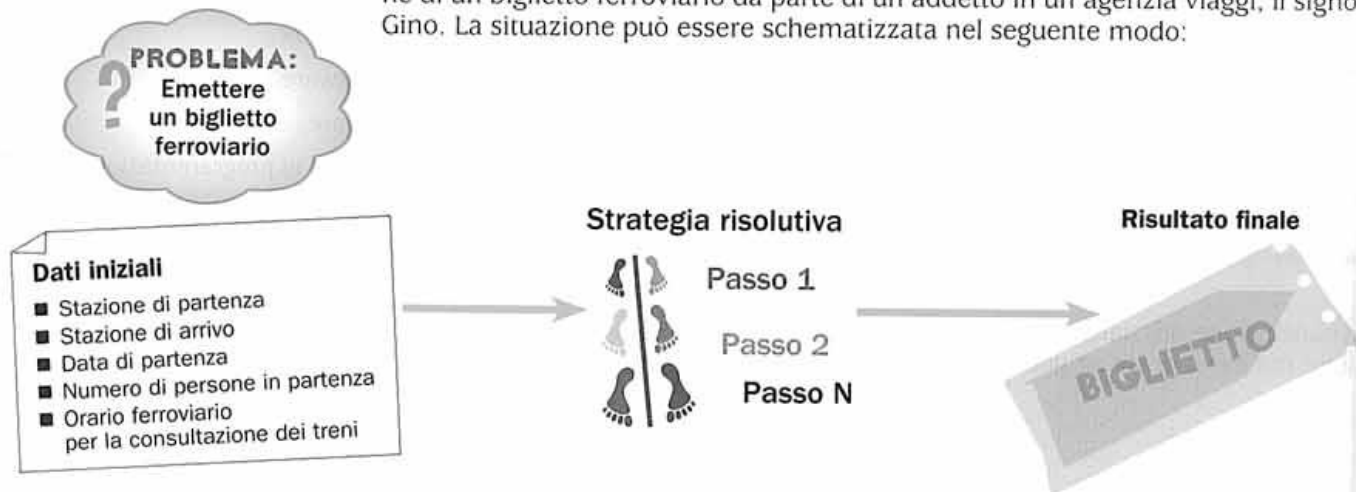
Non è semplice trovare una soluzione a un problema. Spesso pensiamo di averla trovata ma, dopo un'attenta verifica, ci rendiamo conto che essa non fornisce risultati che attendevamo. Siamo quindi costretti a trovare una nuova soluzione e la cerchiamo per tentativi: se un tentativo non ha successo si riprova con un altro, magari sfruttando i punti validi della soluzione fallita e facendo tesoro dell'insuccesso precedente. Il lavoro mentale volto alla ricerca della soluzione prende il nome di *strategia risolutiva*.

Una **strategia risolutiva** è un insieme di passi da compiere per giungere alla soluzione di un problema.



La **soluzione** o **risultato** o **risultato finale** è l'obiettivo che vogliamo raggiungere.

Per poter risolvere un problema sono necessarie alcune informazioni iniziali e indispensabili che chiameremo **dati iniziali**. Consideriamo, per esempio, l'emissione di un biglietto ferroviario da parte di un addetto in un'agenzia viaggi, il signor Gino. La situazione può essere schematizzata nel seguente modo:



Il cliente, entrando in agenzia, effettua la seguente richiesta.

“vorrei un biglietto per due persone da Roma a Milano per il 20 marzo”

Ottenuto il biglietto, il cliente lo osserverà attentamente per verificare la correttezza delle informazioni contenute. Il suo criterio di verifica consisterà nel controllare che:

- la stazione di partenza coincida con Roma;
- la stazione di arrivo sia Milano;
- la data corrisponda al 20 marzo;
- il numero di persone sia due.

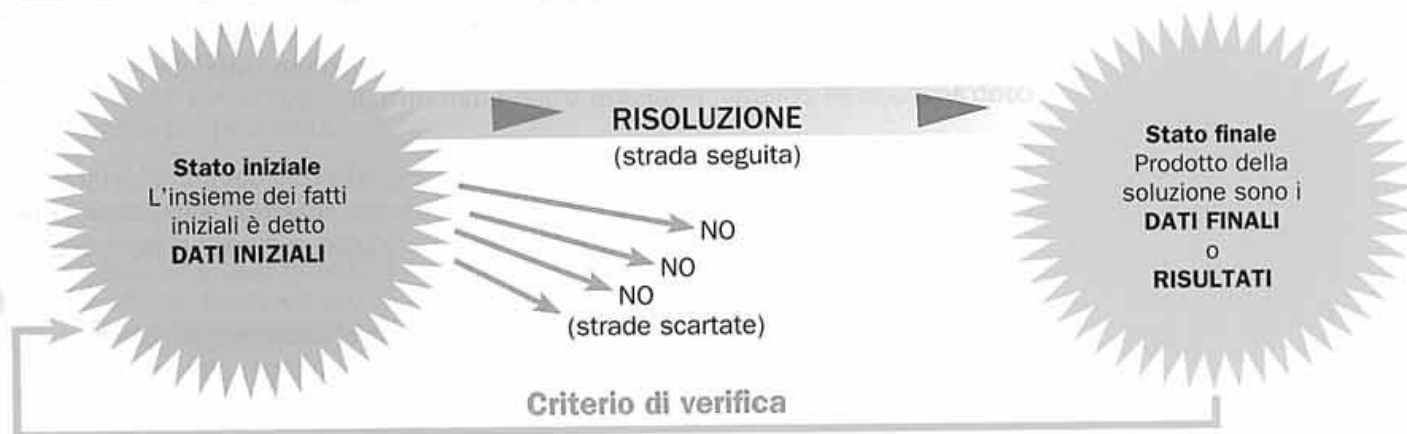


La strategia risolutiva di un problema segue, pertanto, la seguente successione di fasi:

- l'**analisi** del problema, che rappresenta lo studio attraverso il quale si riesce a identificare l'**obiettivo** da raggiungere e lo **stato iniziale** del problema, ossia l'insieme dei dati iniziali oggettivi e significativi che si hanno a disposizione;
- la **progettazione**, che specifica le **azioni** da intraprendere per **risolvere** il problema, ossia per trasformare i dati iniziali in dati finali;
- la **verifica della soluzione**, che consente di raggiungere lo **stato finale** del problema, ossia permette di verificare che i risultati finali ottenuti siano rispondenti agli obiettivi iniziali. In caso contrario, si dovranno rivedere le specifiche rilevate in fase di analisi, apportare le modifiche al progetto e verificare nuovamente la soluzione.

Un'accezione più ampia di “strategia risolutiva” è conosciuta come:

problem solving, termine inglese che indica, appunto, l'insieme dei processi per analizzare e individuare un metodo opportuno per risolvere positivamente situazioni problematiche. Il problem solving si basa sul concetto del *divide et impera*, cioè sulla scomposizione del problema in sottoproblemi più semplici in modo da poter ricavare la soluzione in modo più agevole.

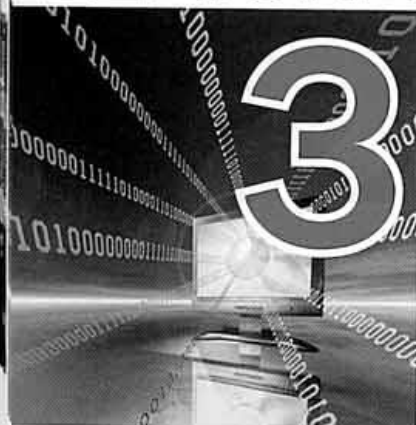




Formulare e comprendere i problemi

LEZIONE

3



La formulazione del problema

La formulazione del problema è la fase iniziale del problem solving e di norma costituisce la parte più difficile del processo di soluzione. Per formulare qualunque problema si usa sempre un testo descrittivo ottenuto raccogliendo le specifiche richieste della persona interessata alla sua risoluzione. La cattiva formulazione di un problema è dannosa poiché potrebbe compromettere la risoluzione del problema stesso oppure portarci, mentre ci spingiamo verso la ricerca della soluzione, ad approdare a risultati che sembrano corretti, ma in realtà non corrispondono agli obiettivi prefissati. Pertanto, prima di procedere con la ricerca della soluzione, è necessario riformulare correttamente il problema. Per fare questo proponiamo le seguenti regole.

1. Individuare gli obiettivi del problema evidenziando regole e dati impliciti

Quando un problema è espresso in modo confuso, oppure non si riescono a individuare gli obiettivi, una prima e ovvia necessità è quella di comprendere l'incognita del problema.

Un esempio di problema mal formulato in cui non si individuano gli obiettivi è il seguente: *calcolare il Massimo Comun Divisore*. Tale problema non potrà mai essere risolto, in quanto mancano le informazioni iniziali, e cioè i valori numerici sui quali calcolare il Massimo Comun Divisore. Occorre pertanto riformularlo.

Il problema dell'emissione del biglietto ferroviario, riportato nella lezione precedente, sarebbe stato mal formulato e privo di obiettivi se la richiesta del cliente fosse stata espressa in uno dei seguenti modi:

- "vorrei un biglietto per due persone"
- "vorrei un biglietto per il 20 marzo"
- "vorrei un biglietto per Milano"

Occorre quindi procedere con un'operazione di riassetto del testo.

2. Eliminare i dettagli inutili e ambigui rilevati nelle ipotesi

Chiariamo il concetto con un esempio. Analizziamo il testo del seguente problema: *identificare l'insieme delle operazioni che deve svolgere un cuoco professionista per cucinare la pasta*.

Il problema è molto semplice nella sua natura, ma è formulato in maniera ambigua. Intanto non si parla di "cuocere" la pasta (il problema sarebbe fin troppo semplice!), ma di "cucinare" la pasta. Non si dice, però, come la pasta debba essere cucinata (alla carbonara, al pomodoro, e così via): decidiamo, pertanto, di fissare come obiettivo quello di cucinare la pasta al pomodoro. Proseguendo con l'analisi rileviamo che il testo del problema fornisce un'informazione superflua: non ha alcuna importanza, infatti, che il cuoco sia professionista. Ora siamo in grado di riformulare correttamente il problema: *identificare l'insieme delle operazioni che un cuoco deve svolgere per preparare la pasta al pomodoro*.

3. Individuare il criterio di verifica, cioè il modo con cui verificare che la soluzione ottenuta sia effettivamente quella cercata

Il **criterio di verifica** consiste nel provare che la soluzione ottenuta non sia in contrasto con gli obiettivi prefissati e con i dati iniziali.

L'astrazione del problema

Non è opportuno tentare di risolvere un problema specifico semplicemente cercando una soluzione specifica, ma, piuttosto, è utile seguire un percorso di astrazione del problema.

Il termine **astrazione** indica il procedimento mentale attraverso il quale si sostituisce un insieme di oggetti con un concetto, più generale, che descrive gli oggetti in base a proprietà a loro comuni.



Per esempio, a partire dall'insieme di tutte le automobili esistenti, si può ricavare il concetto generico di automobile in base alle caratteristiche condivise da tutte le auto (hanno quattro ruote, un volante, e così via). Il processo di astrazione, quindi, consiste nel cambiamento del livello di dettaglio nella descrizione di un problema, limitandosi a "considerare" solo alcune delle sue caratteristiche. Quello dell'astrazione è un momento tipico dell'uomo, anzi il momento apice del suo processo razionante in cui dall'analisi del particolare si accede alla sintesi universale.

L'astrazione ci porta gradualmente a generalizzare in modo da risolvere classi di problemi della più varia natura; infatti, non si tenderà mai a risolvere un singolo problema, ma tutti i problemi di uno stesso tipo.

Un semplice esempio potrebbe essere: *trovare il minimo tra i numeri 4, 8 e 2*. Il problema è ben posto e non richiede precisazioni. Però, ragionando con un livello di astrazione più elevato, si può facilmente dedurre che esistono tanti problemi diversi quante sono le possibili terne di numeri tra i quali si vuole trovare il minimo. Sarebbe pertanto riduttivo risolvere il problema solo in funzione dei numeri 4, 8 e 2; generalizzando, lo si potrebbe riformulare in modo da renderlo universale: *trovare il minimo di tre numeri dati, A, B e C*.

Una volta generalizzato il problema, è possibile sfruttare la conoscenza strutturata a disposizione della metodologia per identificare in maniera sistematica la soluzione generica e solo in quel momento tradurre in una soluzione specifica tale soluzione astratta.

L'analisi del problema

Attraverso l'analisi si affronta lo studio del problema in modo sistematico, considerando i vari aspetti della formulazione e scomponendo situazioni complesse e piene di incognite in entità comprensibili e riconoscibili.

La comprensione del problema e la sua successiva analisi permettono di estrarre dalla realtà tutte le informazioni che risultano essenziali al fine della risoluzione.

L'analisi del problema deve fornire una breve descrizione di che cosa si vuole fare evidenziando i possibili vincoli inerenti il problema e i requisiti, ossia specifiche richieste che devono essere soddisfatte. Prendiamo in esame il seguente problema: *calcolare il prodotto di due numeri interi X e Y*. Nella descrizione del problema si potrebbe dettagliare il fatto che calcoleremo il prodotto $X \cdot Y$ utilizzando l'addizione. Dobbiamo anche dettagliare i casi che potrebbero verificarsi e cioè:

- se $Y = 0$, il prodotto è 0
- se $Y > 0$, il prodotto si ottiene sommando Y volte il valore di X.

Per condurre un'analisi efficace, è importante definire con precisione l'**area di interesse** separandola da quella di non interesse. L'area di interesse è composta da:

- i **dati iniziali**, cioè quelli da elaborare, detti anche **dati in ingresso** al problema, che devono essere individuati con attenzione nell'insieme dei dati a disposizione specificando con esattezza le caratteristiche che ne determinano l'inclusione o l'esclusione (casi particolari e casi limite di funzionamento). Specificando quali sono i dati di ingresso si definisce una **istanza** di problema. Per esempio, considerato il problema P: *dato un naturale n calcolare la somma dei primi n numeri naturali*, un'istanza di P è: *risolvere P per $n = 12$* (ovvero calcolare la somma dei primi 12 numeri naturali). In generale, quindi, un problema può essere visto come l'insieme di tutte le sue possibili istanze.
- i **dati finali** che si vogliono ottenere in funzione degli ingressi, detti anche **dati in uscita** del problema.

In gergo informatico ci si riferisce all'area di interesse del problema con l'espressione **specifiche funzionali**.

Il processo di analisi prende il nome di **problem setting**, che è una fase del più complesso problem solving. Il problem setting, infatti, risponde alla domanda: "Che cosa fare?", mentre il problem solving risponde alla domanda: "Come fare?".

Il problem setting utilizza i concetti di comprensione e astrazione del problema per arrivare alla sua modellizzazione.





Esaminiamo alcuni semplici problemi per i quali la fase di analisi risulta praticamente ovvia o, comunque, prevedibile. Per questo motivo, nella descrizione dell'analisi riporteremo solo la descrizione di che cosa si vuole fare. L'osservazione di questi problemi è utile per iniziare a comprendere come muoversi durante la fase di comprensione del testo e di definizione delle specifiche funzionali.

PROBLEMA: fare una telefonata

Analisi del problema

Desideriamo chiamare un abbonato con il telefono. Dopo aver composto il numero sull'apparecchio telefonico si possono verificare i seguenti casi: l'abbonato risponde, per cui la telefonata viene eseguita con successo, oppure la telefonata non può essere effettuata perché il telefono è occupato o l'abbonato non risponde.

Specifiche funzionali

Dati iniziali

- numero da comporre

Dati finali

- messaggio "telefonata riuscita"
- messaggio "telefonata non riuscita"

PROBLEMA: trovare il maggiore tra due numeri

Analisi del problema

Vogliamo trovare il maggiore tra due numeri interi che chiamiamo X e Y. Il procedimento da seguire è piuttosto semplice, poiché ci si può servire di una semplice sottrazione. Infatti:

- se $X - Y > 0$, il maggiore è X
- se $X - Y < 0$, il maggiore è Y
- se $X - Y = 0$, X e Y sono uguali

Specifiche funzionali

Dati iniziali

- due numeri interi X e Y

Dati finali

- X, se $X - Y > 0$
- Y, se $X - Y < 0$

PROBLEMA: calcolare il prodotto di due numeri interi

Analisi del problema

Dobbiamo considerare due numeri interi, che indichiamo con X e Y, e trovare il loro prodotto. Il semplice procedimento dettato dalla matematica prevede che si possa utilizzare l'addizione. Infatti:

- se $Y = 0$, il prodotto è 0
- se $Y > 0$, il prodotto è $X + X + \dots + X$ (per Y volte)

Specifiche funzionali

Dati iniziali

- due numeri interi X e Y

Dati finali

- 0, se $Y = 0$
- $X * Y$, se $Y > 0$

**PROBLEMA: trovare il massimo fra tre numeri****Analisi del problema**

Per cercare il massimo fra tre numeri, che chiamiamo a , b e c , è sufficiente confrontare a con b e trovare il massimo tra questi due; quindi, una volta ottenuto questo valore, basta confrontarlo con il numero c per ottenere il massimo valore tra i tre forniti.

Specifiche funzionali**Dati iniziali**

- tre numeri interi a , b , c

Dati finali

- il valore massimo

PROBLEMA: convertire una temperatura da gradi Fahrenheit a gradi Celsius e viceversa**Analisi del problema**

Nella scala Celsius delle temperature il punto di congelamento dell'acqua è 0 gradi Celsius, mentre quello di ebollizione è 100 gradi Celsius. Nella scala Fahrenheit il punto di congelamento dell'acqua è 32 gradi Fahrenheit, mentre il punto di ebollizione si trova a 212 gradi Fahrenheit, suddividendo così la distanza fra i due estremi in 180 gradi. L'unità di questa scala, il grado Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) è $5/9$ di un grado Celsius. Notiamo che la temperatura di 32 $^{\circ}\text{F}$ corrisponde a 0 $^{\circ}\text{C}$. Quindi, un metodo per convertire gradi Celsius in gradi Fahrenheit è quello di moltiplicare per $9/5$ e aggiungere 32, mentre per convertire gradi Fahrenheit in gradi Celsius occorre sottrarre 32 e moltiplicare per $5/9$.

Specifiche funzionali**Dati iniziali**

- un numero intero X che rappresenta i gradi
- un opzione di conversione Opz (per esempio, 1 significa convertire da gradi Celsius in gradi Fahrenheit e 2 da Fahrenheit in Celsius)

Dati finali

- un numero intero corrispondente ai gradi ottenuti

PROBLEMA: cercare il numero di un utente in un elenco telefonico**Analisi del problema**

Un modo piuttosto semplice per iniziare potrebbe essere quello di osservare la prima coppia (nome, numero telefonico). Se il nome è uguale a quello cercato, allora il numero telefonico corrispondente è quello cercato e il problema è risolto. Se questa prima coppia non soddisfa la nostra condizione, dobbiamo passare alla coppia successiva, ma occorre tenere presente che non dobbiamo oltrepassare l'ultima coppia presente in elenco. Se ciò dovesse accadere, significa che il valore cercato non è presente nell'elenco.

Specifiche funzionali**Dati iniziali**

- un insieme ordinato di coppie (nome, numero telefonico) e un nome da ricercare che indichiamo con X

Dati finali

- il numero telefonico corrispondente all'utente caratterizzato dal nome X (se presente nell'insieme)
- visualizzazione di un messaggio con il quale si informa che l'utente non è incluso nell'elenco (se l'utente non è presente)

La modellizzazione del problema

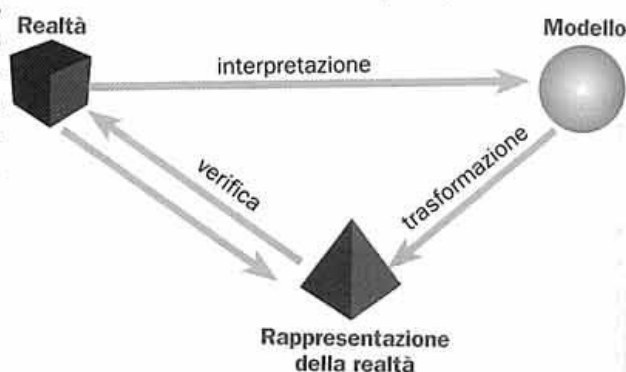
I modelli

Durante la fase di risoluzione del problema è frequente rappresentare graficamente la situazione analizzata in modo da poter evidenziare sinteticamente gli elementi utili allo scopo dell'analisi, le loro proprietà e le relazioni esistenti tra di essi. Queste rappresentazioni vengono definite *modelli*.

Dato un problema da risolvere si definisce **modello** relativo al problema in esame la rappresentazione semplificata della situazione analizzata che evidenzia tutti gli elementi fondamentali e determinanti utili alla risoluzione del problema.

La modellizzazione del problema è il risultato grafico e schematico ottenuto grazie a un processo di astrazione compiuto sul problema stesso. In un'accezione più ampia, i modelli sono spesso usati nella vita quotidiana. Per esempio, quando diciamo che una persona è di un certo tipo esprimiamo un modello del suo comportamento che è nella nostra mente e consente di prevedere il comportamento di una persona in una certa situazione.

La creazione di un modello inizia con lo studio del fenomeno nella realtà; le osservazioni derivanti dallo studio vengono poi interpretate per cogliere gli aspetti più importanti del fenomeno. Poi si costruisce il modello, lo si fa "funzionare" e si controlla se e quanto i risultati ottenuti corrispondano con la realtà. Successivamente, il modello potrà essere riconsiderato e modificato per renderlo più efficiente.



Classificazione dei modelli

Esistono molte tipologie di modelli. In base al loro uso si classificano in:

- Modelli **descrittivi** o **statici**: si limitano a riprodurre con eventuali semplificazioni la realtà, senza presupporre l'uso che ne verrà fatto (per esempio, lo schema descrittivo di una lavatrice nel suo complesso). Rientrano in questa classe i modelli grafici e quelli tabellari.
- Modelli **predittivi**: forniscono gli elementi necessari della realtà di interesse per prevederne l'evoluzione, lasciando spazio a eventuali scelte (per esempio, la descrizione dei possibili programmi di lavaggio della lavatrice).
- Modelli **prescrittivi**: impongono un comportamento particolare in previsione dell'obiettivo da raggiungere (per esempio, la sequenza di comandi che si devono specificare per ottenere un particolare lavaggio).

In base alla loro natura, i modelli si classificano in:

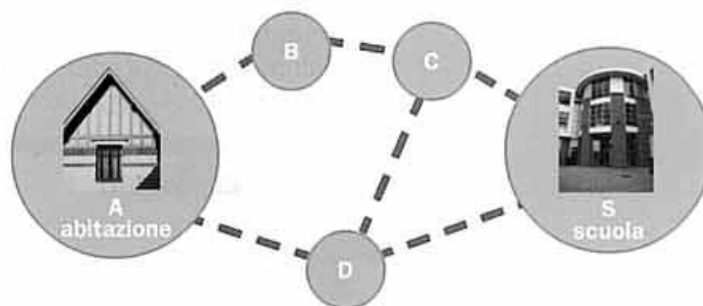
- Modelli **analogici**: forniscono una rappresentazione fedele della realtà in scala ridotta e riproducono qualitativamente un certo sistema riducendone proporzionalmente la dimensione (per esempio, modellini di autovetture, plastici, cartogrammi).
- Modelli **simbolici** o **matematici**: forniscono una rappresentazione astratta della realtà a cui si riferiscono mediante un'equazione o un insieme di equazioni che legano le grandezze (per esempio, un circuito elettrico con l'indicazione di resistenza, tensione e corrente, messe in relazione dalla legge di Ohm).
- Modelli **logici**: forniscono un insieme di regole logico-funzionali che, se seguite, permettono di emulare integralmente la realtà di interesse. Gli algoritmi rientrano in questa categoria.



In informatica, e in particolare nell'ambito della risoluzione dei problemi, i modelli più utilizzati sono quelli descrittivi, suddivisi in grafici, tabellari e simbolici. Pensiamo al disegnatore di un aereo. Una volta costruito l'apparecchio, decide di modificare le ali. Costruisce fisicamente un modello di una nuova forma delle ali e ne saggia le caratteristiche nella galleria del vento. In base ai risultati ottenuti, la forma viene modificata e il modello viene sottoposto a un nuovo test nella galleria del vento. Si esaminano di nuovo i risultati e si apportano le modifiche ritenute utili, e così via fino a quando non si raggiunge il risultato desiderato. L'utilizzo di un modello matematico, in questo caso, potrebbe aiutare ulteriormente il disegnatore. Infatti, la manipolazione dei modelli in forma simbolica è decisamente più facile che in forma fisica: molto spesso è sufficiente modificare il valore di una variabile o di una costante, o ritoccare un'equazione, oppure modificare i dati di input e così via.

Diamo ora uno sguardo al modello costruito per risolvere il seguente problema: *individuare il percorso più breve per andare dall'abitazione A alla scuola B secondo il grafico riportato.*

Conoscendo la lunghezza di ogni tratto di strada tra i due incroci, si tratta di accertare quale percorso tra ABCS - ABCDS - ADCS - ADS sia il più breve. Supponendo che $AB = 240$ m, $BC = 200$ m, $CD = 220$ m, $AD = 330$ m, $DS = 220$ m e $CS = 190$ m, è semplice calcolare la distanza. Il modello, già nel suo aspetto grafico, aiuta la comprensione del problema.



Quando si studia un problema, ci si può servire di diverse tipologie di modelli. Costruiamo un modello relativo al seguente problema: *studiamo una popolazione virtuale composta da persone che vivono all'infinito.* Supponiamo che al tempo t_0 esse siano tutte esenti dalla malattia M. Al tempo t_1 aggiungiamo alla popolazione un numero D_1 di individui con una malattia contagiosa M che si trasmette da 1 persona ammalata a 1 persona sana in 1 unità di tempo. Assumiamo $D_1 = 10$; allora, al tempo t_2 le persone ammalate saranno 20, a t_3 saranno 40, a t_4 saranno 80 e così via. Il numero di persone ammalate viene riprodotto dalla seguente equazione:

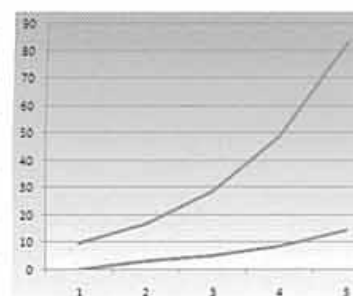
$$D_{t_n} = D_{t_1} * 2^{n-1}$$

Utilizziamo un modello tabellare per vedere la diffusione nel tempo della malattia all'interno della popolazione

Ora perfezioniamo il modello, supponendo che la malattia sia capace di provocare la morte del 30% delle persone colpite entro 1 unità di tempo dopo l'infezione. Allora si verificherà la seguente situazione:

Tempo	Ammalati
t_0	0
t_1	10
t_2	20
t_3	40
t_4	80
t_5	160
ecc.	

Tempo	Ammalati	Morti
t_0	0	0
t_1	10	0
t_2	$(10 * 2) - 3 = 17$	$10 * 0.3 = 3$
t_3	$(17 * 2) - 5.1 = 28.9$	$17 * 0.3 = 5.1$
t_4	$(28.9 * 2) - 8.7 = 49.1$	$28.9 * 0.3 = 8.7$
t_5	$(49.1 * 2) - 14.7 = 83.5$	$49.1 * 0.3 = 14.7$
ecc.		



Il numero di persone ammalate presenti in un dato istante t_n all'interno della nostra popolazione-modello può ora venire calcolato nel seguente modo:

$$D_{t_n} = D_{t_1} * (2 - 0.3)^{n-1}$$



LEZIONE



Somma di lunghezze

In un libro per la scuola elementare abbastanza diffuso viene proposto il seguente esercizio:

Somma le seguenti lunghezze: 3.5 km, 23 hm, 125 cm, 59 mm.

- Svolgi l'esercizio come, secondo te, dovrebbe essere svolto nelle intenzioni degli autori.
- Ti sembra un esercizio ben posto? Perché?
- Quale sarebbe un modo "corretto" per rispondere al quesito?

Risposta

$59 \text{ mm} + 1250 \text{ mm} + 2300000 \text{ mm} + 3500000 \text{ mm} = 5801309 \text{ mm}$ (oppure: $3.5 \text{ km} + 2.3 \text{ km} + 0.00123 \text{ km} + 0.00059 \text{ km} = 5.801309 \text{ km}$, oppure...)

– L'esercizio è diseducativo: non ha senso sommare lunghezze espresse in unità di misure così diverse senza tener conto delle precisioni delle misure.

– Si dovrebbe rispondere 5.8 km tenendo conto che 125 cm e 59 mm sono trascurabili in quanto le altre misure sono approssimate alle centinaia di metri (il valore esatto può differire dal valore indicato di qualche decina di metri, valore che "assorbe" l'aggiunta di valori dell'ordine del metro).

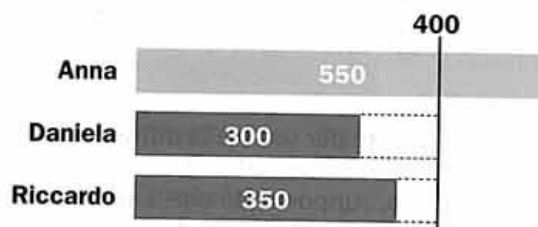
Spese di viaggio

Per un viaggio Daniela, Riccardo e Anna hanno speso, rispettivamente, 550 euro, 300 euro e 350 euro. Affinché il costo del viaggio sia distribuito equamente fra i tre, quanti soldi devono dare a Daniela, rispettivamente, Riccardo e Anna? Scegli la risposta corretta:

- (A) 100 euro, 50 euro (B) 75 euro, 25 euro
(C) 125 euro, 100 euro (D) 250 euro, 200 euro

Risposta

La spesa totale è di 1200 euro, per cui ciascuno deve metterci 400 euro. Riccardo e Anna devono dare a Daniela la differenza tra quanto hanno messo e questa cifra: risposta (A).



Mentalmente si sarebbe potuto operare anche così: Riccardo ha speso meno di tutti; Anna ha speso 50 euro più di lui, Daniela 250 euro; in tutto hanno speso 300 euro in più; la spesa individuale di ciascuno deve essere pari a quanto ha speso Riccardo più 1/3 di questa cifra, ossia 100 euro; Riccardo deve metterli tutti; Anna solo 50.

Pavimentazione di una stanza

Utilizzando piastrelle rettangolari le cui dimensioni sono esattamente 20 cm e 40 cm è possibile pavimentare (usando solo piastrelle intere) una stanzetta rettangolare che sia esattamente di 2.10 m per 1.60 m?

(1) Prima verifichiamo se l'area della stanza contiene esattamente un numero intero di volte l'area di una piastrella. Può essere comodo esprimerci in dm per le lunghezze e in dm^2 per le aree.

Area Piastrella = $2 \cdot 4 = 8$. Area Pavimento = $21 \cdot 16 = 336$.
Area Pavimento / Area Piastrella = $336/8 = 42$.

Quindi l'area del pavimento contiene esattamente 42 volte l'area di una piastrella.

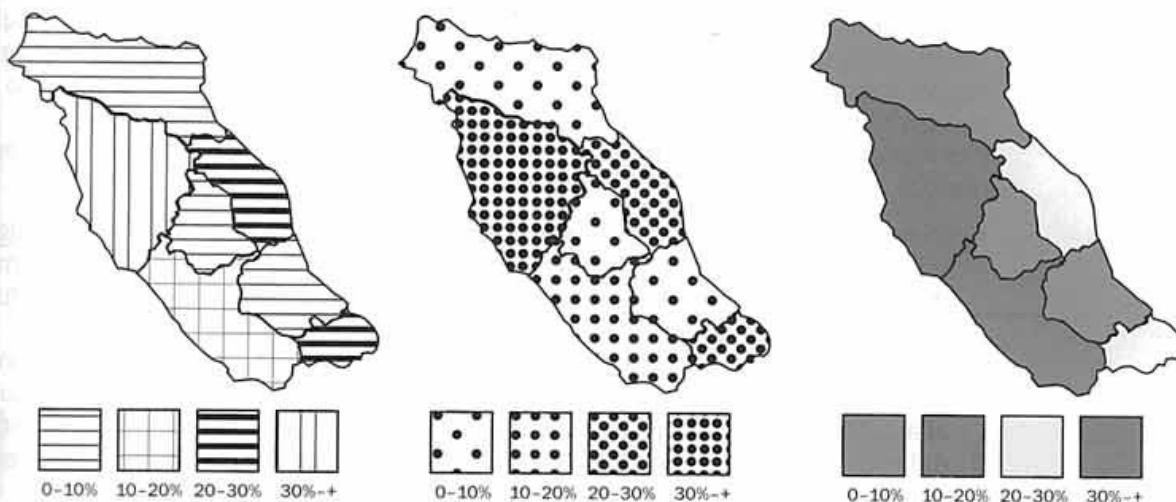
(2) Ma ciò non basta. Infatti non possiamo disporre 42 piastrelle in modo da



avimentare la nostra stanza in quanto affiancando piastrelle di questo tipo non usciamo a coprire esattamente il lato di 210 cm: sommando ripetutamente 20-40 otteniamo comunque un multiplo di 20, e 210 non è multiplo di 20. Per risolvere il nostro problema non è sufficiente confrontare le "estensioni" di piastrella e pavimento, ma occorre tener conto anche delle loro "forme". Nella "modellizzazione" della situazione se ci fermiamo al punto (1) trascuriamo un aspetto determinante della "realtà" e la nostra conclusione ("è possibile in quanto il pavimento contiene esattamente 42 piastrelle") sarebbe errata. Sarebbe stato sufficiente fermarsi al punto (1), per concludere negativamente, solo se il risultato della divisione non fosse risultato intero.

Presentazione di frequenze su una cartina

Gli alunni di una scuola vogliono rappresentare su una cartina dell'Italia disegnata su un cartellone la frequenza con cui si verifica un certo fenomeno nelle diverse regioni. Riccardo, Anna e Daniela propongono, in ordine, i tipi di rappresentazione corrispondenti alle figure riportate di seguito. L'insegnante propone alla classe una discussione per scegliere la rappresentazione migliore. Quali aspetti dovrebbe cercare di far emergere l'insegnante?



sposta

Se si sceglie il tipo di cartina centrale, il passaggio a una regione in cui il fenomeno considerato si presenta con una frequenza maggiore corrisponde al passaggio ad una cartina in cui i punti sono più fitti: vi è una **analogia** tra frequenza del fenomeno e densità della punteggiatura.

Tutte le rappresentazioni sono formalmente corrette, ma quella centrale è quella più efficiente in quanto consente di individuare le zone in cui il fenomeno è più intenso e quelle in cui lo è meno più facilmente, con un colpo d'occhio, poggiandosi sulle nostre capacità percettive. Le altre costringono invece a un continuo riferimento alla legenda per gestire la corrispondenza tra percentuali e "atteggiamento" o "colorazione".

La terza rappresentazione, a "colori", può essere più bella, ma in questo caso non è il modello migliore.

Se, invece, non avessimo avuto a che fare con la rappresentazione di valori numerici o, comunque, di fenomeni ordinabili, sarebbe stata forse più gradevole ed efficace (e meno fuorviante) una rappresentazione a colori.

Sarebbe bene che questa osservazione fosse collegata ad altre analoghe, che l'insegnante dovrebbe fare in altre occasioni (quale tipo di diagramma scegliere per questo fenomeno, come scegliere le scale su questo grafico, con quante cifre descrivere significativamente riportare questi dati, ...). È importante tener conto delle specificità delle diverse attività di modellizzazione.



La strategia risolutiva: i metodi

LEZIONE



Descrivere la strategia risolutiva è un'attività creativa che richiede l'apporto di una persona in grado di risolvere il problema in questione. Persone competenti diverse potrebbero ideare strategie risolutive diverse in grado di raggiungere gli stessi risultati finali. In questo caso alcune di queste strategie saranno efficaci ed efficienti, altre meno, alcune più eleganti, altre meno, e così via.



Gli aggettivi **efficace** ed **efficiente** non sono sinonimi e non vanno confusi. Infatti, data una certa strategia intesa a raggiungere un dato obiettivo, si dice che la strategia è "efficace" quando "funziona", cioè consente di raggiungere il risultato voluto. Una strategia "efficiente" è, invece, qualcosa di più: consente di raggiungere il risultato voluto, ma utilizzando un dispendio minimo di risorse. La differenza risulterà più chiara quando tratteremo gli algoritmi, ma consigliamo vivamente di tenerne conto sin da ora!

Quando i problemi sono semplici, come quelli esaminati negli esempi delle lezioni precedenti, la ricerca e la descrizione della strategia risolutiva risulta un'attività immediata e priva di qualsiasi complicazione. Quando, però, i problemi cominciano a essere più complessi, occorre agire con metodo. Nella ricerca della soluzione di un problema non si possono definire criteri, ma si possono proporre suggerimenti e strategie, che possono essere utilizzati in un rilevante numero di situazioni problematiche.

Per trovare la soluzione di un problema, quindi, è possibile ricorrere a diversi metodi.

- **Conoscere il tema oggetto del problema.** È indiscusso il grande vantaggio offerto dalla conoscenza dell'argomento relativo al problema preso in esame. Per questo motivo riportiamo ciò come primo metodo per reperire un'adeguata tecnica di risoluzione.
- **Procedere per tentativi.** Il più delle volte, il problema non si risolve "al primo colpo". Questo non deve portare a scoraggiarsi. Se l'idea avuta non conduce alla soluzione, non la si deve abbandonare immediatamente, o meglio, prima di farlo è consigliabile controllare che non abbia, comunque, dei "fondamenti di verità" sfruttabili nella ricerca della nuova idea di soluzione. Una volta effettuato questo accertamento, si abbandona la strada percorsa e se ne trova un'altra. Individuare una strategia risolutiva non significa aver trovato la soluzione al problema: se la soluzione trovata è complessa, tortuosa e di difficile interpretazione, è opportuno "raffinarla" per quanto possibile o ricercarne una alternativa. Ciò perché, in definitiva, la soluzione migliore è sempre la più semplice.
- **Servirsi dell'esperienza e di metodi risolutivi già sperimentati.** È assolutamente sbagliato affrontare i problemi come casi isolati. "L'esperienza fa maestri", si dice. I problemi, nella loro complessità, hanno spesso elementi in comune tra loro, che possono essere sfruttati per adattare alle nuove situazioni problematiche metodi risolutivi già individuati e sperimentati. È importante, quindi, ricercare l'analogia con i problemi già risolti.
- **Ripercorrere il cammino all'indietro (*backtracking*).** Spesso accade che, nel cammino percorso durante la ricerca della soluzione, ci accorgiamo che la strada seguita non porta a nessuna soluzione. In questo caso è opportuno ripercorrere i propri passi, tornare indietro a un punto del cammino dal quale si possa ripartire per un'altra strada.
- **Scindere il problema in sottoproblemi.** Risolvere un problema partendo dai soli dati iniziali potrebbe talvolta essere di estrema difficoltà. È buona norma individuare in un problema dei problemi più piccoli, in modo da concentrarsi sulla loro risoluzione che, ovviamente, sarà più semplice rispetto a quella del problema generale. Questa tecnica ha origini remote, ispirate al *divide et impera* degli antichi romani.



Scissione di un problema in sottoproblemi

Questa tecnica di risoluzione dei problemi si applica:

- fissando, durante il processo risolutivo, una serie di sottobiettivi, ciascuno dei quali individua sottoproblemi su cui puntare l'attenzione;
- procedendo in una scomposizione attraverso raffinamenti successivi, che deve essere spinta a definire uno o più sottoproblemi facilmente risolvibili.

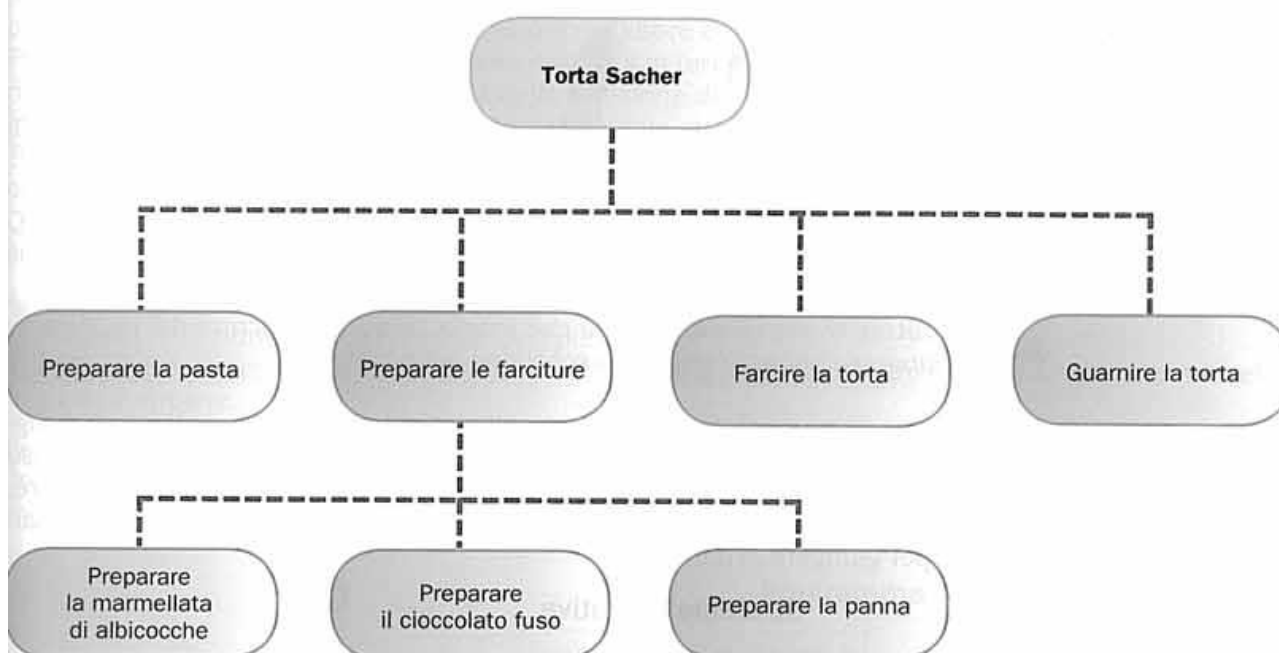
Se, per esempio, il problema è quello di "preparare una deliziosa torta Sacher", è possibile individuare prontamente i seguenti sottoproblemi:

- preparare la pasta per una torta al cioccolato;
- preparare le varie farciture della torta;
- farcire la torta;
- guarnire la torta.



Ogni sottoproblema, a sua volta, potrebbe essere suddiviso in ulteriori sottoproblemi sino a un livello ritenuto di semplice soluzione. Per esempio, il sottoproblema *preparare le varie farciture della torta* potrebbe essere ulteriormente scomposto in:

- preparare la marmellata di albicocche;
- preparare la glassa (cioccolato fuso);
- preparare la panna per accompagnare la torta.



In una successiva fase di dettaglio, può anche accadere che alcuni sottoproblemi rilevati durante la loro individuazione non necessitino di essere dettagliati, poiché non sono scomponibili (nel nostro esempio, potremmo non preparare la marmellata di albicocche, ma utilizzarne una acquistata in un supermercato). In tal caso il sottoproblema può essere eliminato. Procedendo in questo modo non corriamo il rischio di dover tenere sotto controllo troppe cose da fare contemporaneamente.

Non esistono regole fisse per la ricerca di appropriati sottoproblemi: creatività, intuizione ed esperienza devono guidarci in questo compito.

Applicazione dei metodi di risoluzione

I metodi di risoluzione descritti qui non sono da utilizzare in alternativa tra loro. L'approccio migliore è sempre quello "composto", utilizzando insieme, per quanto possibile, le varie attività.

LEZIONE

6

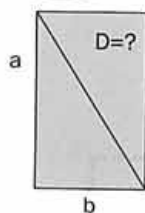


Risolutore ed esecutore

Nell'intero processo di risoluzione di un problema esistono sempre due momenti distinti: quello della **risoluzione**, consistente nell'individuazione di una strategia per raggiungere l'obiettivo, e quello dell'**esecuzione** di tutte le azioni necessarie descritte nel procedimento di risoluzione. Quando si risolve un problema è quindi di possibile fare riferimento a due tipi di attori.

Il **risolutore**: la persona che definisce e costruisce la strategia risolutiva per un dato problema poiché svolge attività di studio e di ricerca legate all'analisi e alla progettazione.

PROBLEMA:
Calcolare la lunghezza della diagonale di un rettangolo conoscendo le dimensioni del rettangolo



La diagonale divide il rettangolo in due triangoli rettangoli congruenti, ciascuno dei quali ha per cateti le dimensioni del rettangolo stesso e per ipotenusa la diagonale. Possiamo applicare il teorema di Pitagora.

$$D = \sqrt{a^2 + b^2}$$



Risolutore

Strategia risolutiva

- Prendere la misura della base
- Prendere la misura dell'altezza
- Calcolare il quadrato della base
- Calcolare il quadrato dell'altezza
- Sommare i due quadrati ottenuti
- Calcolare la radice quadrata della somma dei quadrati
- Visualizzare il risultato conseguito

L'**esecutore** (o **processore**): colui che esegue le azioni descritte dal risolutore per giungere concretamente alla soluzione del problema.

L'esecutore è un'entità generica che sa soltanto eseguire le azioni elementari suggerite dal risolutore. Non è necessario che l'esecutore conosca gli scopi o il senso complessivo della strategia risolutiva. Il suo compito è quello di comprendere, interpretare ed eseguire correttamente le istruzioni fornite dal risolutore sui dati iniziali per giungere ai dati finali.

Strategia risolutiva

- Prendere la misura della base
- Prendere la misura dell'altezza
- Calcolare il quadrato della base
- Calcolare il quadrato dell'altezza
- Sommare i due quadrati ottenuti
- Calcolare la radice quadrata della somma dei quadrati
- Visualizzare il risultato conseguito

Dati iniziali
■ Base = 5
■ Altezza = 12

Dati finali
13

ESECUTORE

25
144
169
13

L'esecutore è, quindi, un'entità generica capace di attuare il procedimento risolutivo. Ma che cosa significa "entità generica"? E, in particolare, chi può svolgere il compito di esecutore? Diamo uno sguardo alla seguente figura.



Quando Luigi formula la soluzione si colloca nella condizione di risolutore e quando esegue materialmente le azioni diventa l'esecutore. Non è necessario che i due ruoli siano assunti sempre dallo stesso soggetto.

Supponiamo che il problema sia quello di raccogliere delle mele da un albero. Se Luigi affidasse a Gino il compito di raccogliergle, assumerebbe il ruolo del risolutore e Gino quello dell'esecutore.

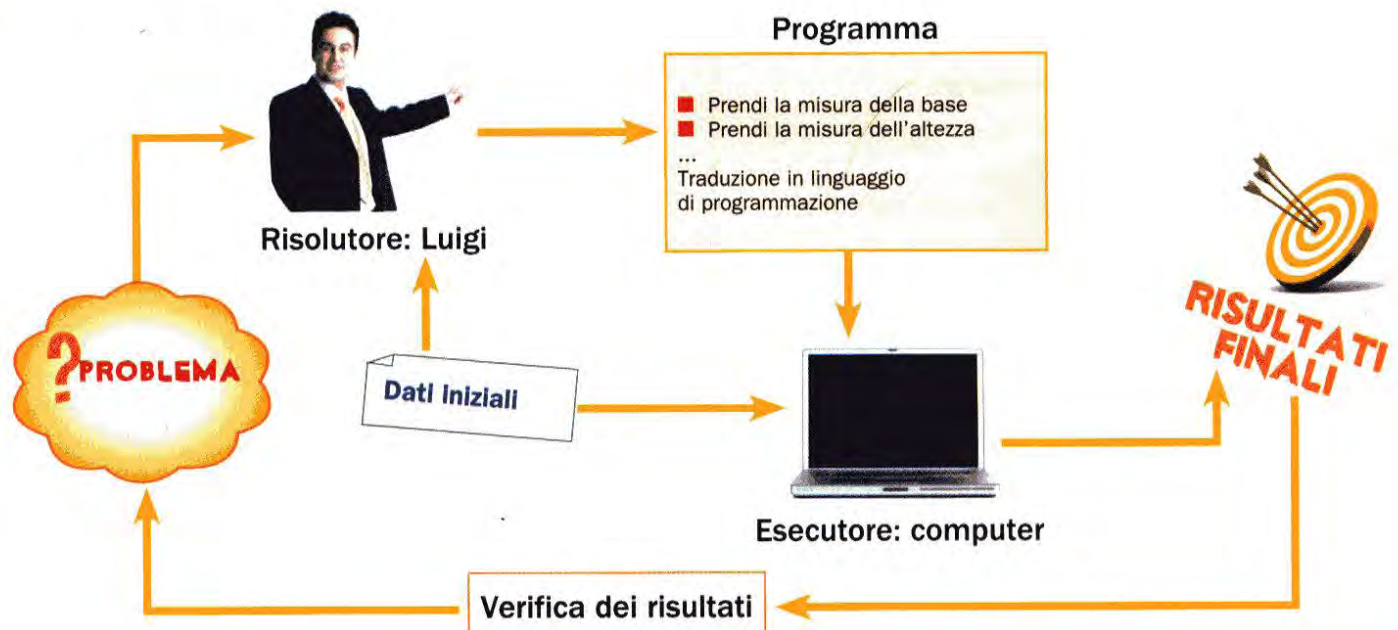
Finché la soluzione di un problema viene descritta in termini informali (proprio come tra gli esseri umani) può rimanere l'**ambiguità** circa l'attuabilità della soluzione da parte dell'esecutore (la sua effettività).

In questo caso Luigi non dovrà stare particolarmente attento al modo in cui darà le indicazioni a Gino poiché, essendo ambedue esseri umani, potranno utilizzare le varie accezioni messe a disposizione dalla lingua parlata per farsi comprendere.

Quando, però, l'esecutore è il computer, non sarà più possibile descrivere la strategia risolutiva utilizzando un linguaggio naturale. L'esecutore "computer" è caratterizzato da:

- il linguaggio che è in grado di interpretare (che non prevede né sinonimi, né accezioni, né ambiguità);
- l'insieme di azioni che è in grado di compiere;
- l'insieme delle regole che a ogni frase corretta del linguaggio (*costrutto linguistico*) associano le relative azioni da compiere.

Per questo motivo, il risolutore deve descrivere l'insieme delle azioni previste dalla strategia risolutiva secondo un ordine logico ben preciso e in una forma che l'esecutore "computer" sia in grado di interpretare correttamente il **programma**:



Tutto in test...a

PROVE OGGETTIVE PER LA VERIFICA DELLE CONOSCENZE

1 Per poter risolvere un problema è necessario:

- ☐ a conoscere i dati iniziali
- ☐ b comprendere il problema
- ☐ c conoscere i dati finali
- ☐ d conoscere la matematica

2 Completa la tabella associando ogni elemento della colonna di sinistra a un elemento della colonna di destra.

A	Analisi	1	Specifica le azioni
B	Dati iniziali	2	Accertamento dello stato finale
C	Progettazione	3	Identifica obiettivo
D	Verifica	4	Insieme dei dati a disposizione

A	B	C	D

3 Chiarisci il concetto di problem solving.

4 Quali sono le regole da seguire per riformulare correttamente un problema?

5 Quali tra i seguenti sono problemi correttamente formulati?

- ☐ a in albergo: "vorrei prenotare una stanza per domani"
- ☐ b allo stadio: "vorrei cinque biglietti per la partita"
- ☐ c in salumeria: "mi dia cinque etti"
- ☐ d in lavanderia: "Signora, mi stiri questi pantaloni e il gatto"
- ☐ e alla stazione: "Potrebbe farmi un biglietto di andata e ritorno?"

6 L'astrazione è:

- ☐ a un procedimento mentale che partendo da un concetto specifico ne ricava uno generico
- ☐ b un procedimento mentale che partendo da un concetto generico ne ricava uno specifico
- ☐ c un procedimento mentale attraverso il quale si sostituisce un insieme di concetti con un oggetto più generale
- ☐ d nessuno dei precedenti

7 Che cosa si intende con l'espressione "area di interesse" riferita a un problema?

8 Nel gergo informatico, quale termine è utilizzato come sinonimo di "area di interesse"?

- ☐ a specifiche analitiche
- ☐ b specifiche problematiche
- ☐ c specifiche funzionali
- ☐ d specifiche astratte

9 Il problem setting:

- ☐ a riguarda l'analisi del problema
- ☐ b risponde alla domanda: "Come fare?"
- ☐ c risponde alla domanda: "Cosa fare?"
- ☐ d è utile per giungere alla modellizzazione del problema

10 Un modello è:

- ☐ a una rappresentazione grafica che illustra la situazione analizzata evidenziando analiticamente gli elementi utili allo scopo dell'analisi
- ☐ b la rappresentazione completa della situazione analizzata
- ☐ c il risultato grafico e schematico ottenuto grazie a un processo di astrazione compiuto sul problema stesso
- ☐ d una rappresentazione grafica che deve precedere lo studio della realtà

11 Il modellino di un animale preistorico è:

- ☐ a analogico
- ☐ b simbolico
- ☐ c descrittivo
- ☐ d predittivo

12 Per trovare la soluzione di un problema è utile:

- ☐ a riformulare necessariamente il testo del problema
- ☐ b procedere per tentativi
- ☐ c servirsi dell'esperienza e di metodi risolutivi già sperimentati
- ☐ d risolvere il problema senza ricorrere alla sua scissione in sottoproblemi

Tutto in test...a

PROVE OGGETTIVE PER LA VERIFICA DELLE CONOSCENZE

13 L'algoritmo fa parte dei modelli:

- a) iconici
- b) logici
- c) matematici
- d) predittivi

14 Relativamente ai modelli, stabilisci se le seguenti affermazioni sono vere o false.

- a) i modelli predittivi forniscono gli elementi necessari della realtà di interesse per prevederne l'evoluzione. V F
- b) i modelli prescrittivi impongono un comportamento particolare: in previsione dell'obiettivo da raggiungere si parte da una verità assodata. V F
- c) i modelli analogici forniscono una rappresentazione fedele della realtà in scala ridotta: si procede partendo dal particolare per giungere all'universale. V F
- d) i modelli simbolici forniscono una rappresentazione astratta della realtà a cui si riferiscono mediante un'equazione o un insieme di equazioni che legano le grandezze. V F

15 La suddivisione dei problemi in sottoproblemi è anche conosciuta con:

- a) divide et elabora
- b) drug and drop
- c) divide et impera
- d) taglia e incolla

16 Il backtracking consiste nel:

- a) ripercorrere i vari passi seguiti per giungere a definire una soluzione rigorosa
- b) controllare tutta l'analisi del problema sinora svolta
- c) ricontrollare il procedimento seguito
- d) ripercorrere il cammino all'indietro

17 Qual è la differenza tra risoluzione ed esecuzione?

18 Quali sono le caratteristiche fondamentali di un risolutore? E quelle di un esecutore?

19 Quali sono le caratteristiche di un risolutore di tipo non umano?

20 Per quale motivo il risolutore non umano non può comprendere soluzioni che non siano rigorose?

21 Un esecutore:

- a) è un'entità generica che sa soltanto eseguire le azioni elementari suggerite dal risolutore
- b) non deve conoscere gli scopi o il senso complessivo della strategia risolutiva
- c) deve capire la strategia risolutiva realizzata dal risolutore
- d) deve comprendere, interpretare ed eseguire correttamente le istruzioni fornite dal risolutore sui dati iniziali per giungere ai dati finali

22 Tra le seguenti coppie di personaggi, stabilisci chi fornisce la strategia risolutiva e chi la esegue:

- a) ingegnere e muratore
- b) impiegato e capo ufficio
- c) infermiere e medico
- d) computer e operatore

