

**PARTE II**

**L'ANALISI DEL PROBLEMA**

## INTRODUZIONE

Una volta che abbiamo deciso di aggredire un problema vi è una fase iniziale che abbiamo denominato “analisi del problema”.

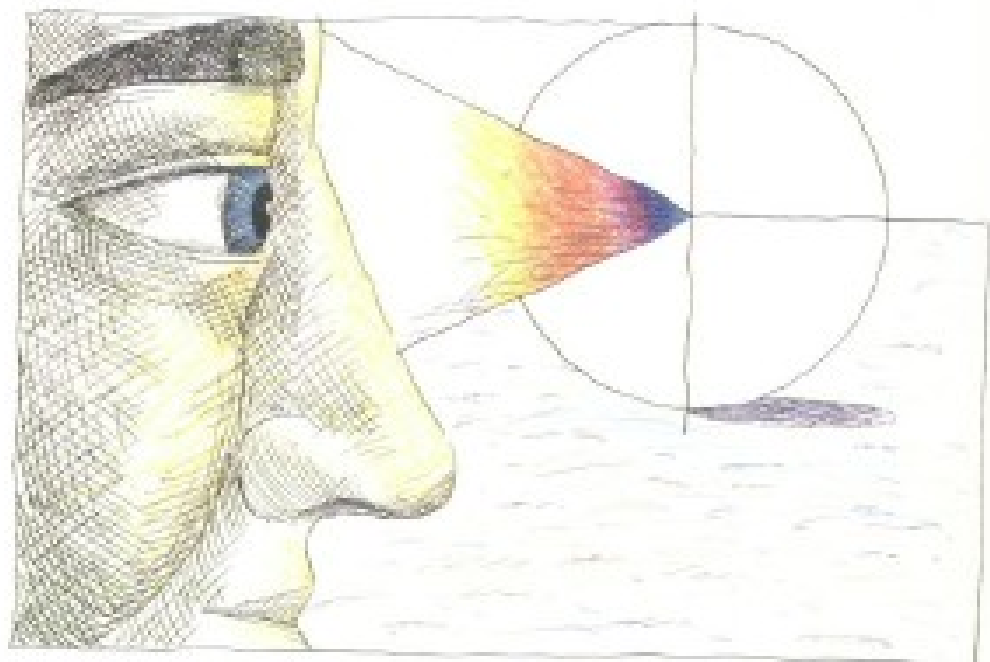
Spesso questa fase iniziale non richiede abilità e sforzi particolari perché il problema è ben definito, il procedimento da seguire è ben noto, non vi sono dubbi sulle metodologie da applicare.

In molti altri casi al contrario, il problema non è ben definito, le alternative che si hanno di fronte sono numerose e vi è quindi incertezza sul come procedere.

In questi casi la fase iniziale e cioè l'analisi del problema di norma è la parte più difficile di tutto il processo risolutivo.

Se sbagliamo la direzione presa con i primi passi, le conseguenze possono essere molto negative nelle fasi successive del processo risolutivo.

Nei grandi problemi affrontati e superati dall'uomo, le caratteristiche dei geni che li hanno risolti sono state messe in evidenza soprattutto all'inizio dell'indagine con la loro grande efficacia di pensiero e di sforzi.



*Trovare il “cuore” del problema*

L'individuazione del "cuore" del problema è la fase indispensabile che deve precedere le elaborazioni e le decisioni operative per portare a compimento la soluzione del problema.

Pur essendo così importante e nello stesso tempo difficile da trattare concretamente, l'analisi del problema ha ricevuto scarsa attenzione dagli studiosi.

In sostanza cosa fare all'inizio di un problema:

- raccogliendo i fatti utili tra la moltitudine di dati disponibili
- decidendo la metodologia da seguire,

23

è un argomento scarsamente trattato. In quei casi in cui gli studiosi si sono pronunciati sono in grande contrasto tra di loro.

## 1. L'ANALISI DEL PROBLEMA ATTRAVERSO ALCUNI ESEMPI

L'approccio teorico all'analisi del problema è stato trattato da un professore dell'Università di Yale, F.S.C. Northrop<sup>9</sup>.

Egli ha preso in considerazione il parere di quattro filosofi: Bacone, Cartesio, Dewey e Cohen.

Anche se la ricostruzione fatta da Northrop è molto generale ne abbiamo riportato una sintesi in Appendice.

Per affrontare l'approccio teorico all'analisi del problema sono di grande aiuto gli esempi.

Nei paragrafi che seguono ne abbiamo riportati quattro:

24

### 1) Due esempi tratti dal lavoro di due grandi scienziati.

Nella storia dell'uomo, tra gli esempi esistenti di analisi di un problema, ve ne sono due che spiccano per la loro grandezza.

Sono due esempi che si posizionano ai vertici del pensiero umano.

Il primo riguarda Galileo Galilei e il secondo Albert Einstein.

Si tratta di due casi che sono alla base delle due più grandi rivoluzioni della fisica e quindi della visione del mondo.

Il primo segna la rottura con la fisica di Aristotele attraverso la definizione di un nuovo concetto di forza, mentre il secondo segna il superamento del concetto di tempo della fisica newtoniana e la nascita della teoria della relatività.

Qualcuno potrà obiettare che si tratta di esempi molto lontani dalla realtà aziendale. Il nostro parere è che gli esempi che abbiamo riportato possono dare grandi insegnamenti anche agli uomini di azienda.

A parte le dimensioni più o meno grandi delle situazioni problematiche i criteri da usare per avere successo sono esattamente gli stessi.

### 2) Un esempio tratto dalle esperienze che hanno portato alla messa a punto della Ricerca Operativa.

Durante la Seconda Guerra Mondiale il Governo inglese costituì alcuni gruppi di studio per aiutare i militari nello sforzo bellico. L'esempio riportato riguarda la protezione ai convogli che dall'America erano diretti verso l'Inghilterra.

- 3) Un esempio riguardante il Laboratorio di Ricerca di una società di materie plastiche.

## 2. GALILEO E IL NUOVO CONCETTO DI FORZA

Come afferma il grande filosofo inglese Bertrand Russel, il metodo scientifico come oggi lo comprendiamo entrò nella storia dell'uomo con Galileo.

Russel chiama Galileo il "padre dei tempi moderni" e aggiunge che in più di tre secoli niente d'essenziale è stato aggiunto a questo metodo<sup>2)</sup>.

Il caso che descriveremo riguarda il problema del movimento dei proiettili di cannone, studio commissionato a Galileo dal Granduca di Toscana.

26

L'obiettivo era quello di individuare come si muovono questi proiettili, movimento che si genera grazie alla forza che viene impressa al proiettile dalla scoppio della polvere da sparo.

Il modo con il quale Galileo ha condotto l'analisi di questo problema è uno degli esempi più luminosi del genio umano, soprattutto se si pensa quanto erano grandi le barriere culturali alle quali sottostavano gli studiosi del tempo.

Per maggiori chiarezza e sinteticità descriveremo il processo di analisi in base a questi punti:

- contraddizione sul significato di forza
- il punto di partenza di Galileo
- primo grande breakthrough
- secondo grande breakthrough
- spiegazione del movimento del proiettile
- considerazioni sulle modalità di analisi del problema

### **Contraddizione sul significato di forza**

Nel movimento di un proiettile, come in quello di una

2) Bertrand Russel, *The Scientific Outlook*, Norton & Company, N.Y., 1962

freccia lanciata da un arco, vi era qualcosa che non andava se si applicava la fisica di Aristotele.

Secondo questa fisica la forza applicata ad una massa si manifesta con una "velocità" che viene impressa alla massa stessa. Se la forza cessa la massa si deve fermare.

Il moto del proiettile da sempre aveva contraddetto questa legge della fisica aristotelica.

In effetti il proiettile una volta uscito dal cannone seguiva a muoversi e gli studiosi lungo circa 2.000 anni avevano escogitato delle teorie stravaganti per giustificare questo tipo di moto.

Galileo di fronte a questa contraddizione prima di iniziare qualsiasi tipo di esperimento o di pensare a qualche ipotesi, parte dalla "situazione problematica" e con la sua analisi va alla radice del problema stesso.

Egli capisce che:

- alla radice del problema vi è la definizione di forza e questa definizione interessa qualsiasi tipo di movimento
- inutile dare attenzione al movimento dei proiettili finché il problema della forza non è chiarito

### **Primo grande breakthrough**

Si ha qui il primo grande breakthrough nell'analisi del problema: bisogna indagare sul significato e sul comportamento di una forza.

Il problema di Galileo ora prende questa forma: trovare una nuova e più corretta definizione di forza in termini del movimento di qualsiasi oggetto.

### **Secondo grande breakthrough**

A questo punto si ha il secondo breakthrough nell'analisi del problema.

Galileo sceglie di indagare sul tipo di forza più semplice a disposizione: la forza di gravità.

E' indagando su questa forza e studiando il moto di piccole biglie lungo un piano inclinato che Galileo scopre e

dimostra che la forza non genera una velocità ma una “accelerazione”.

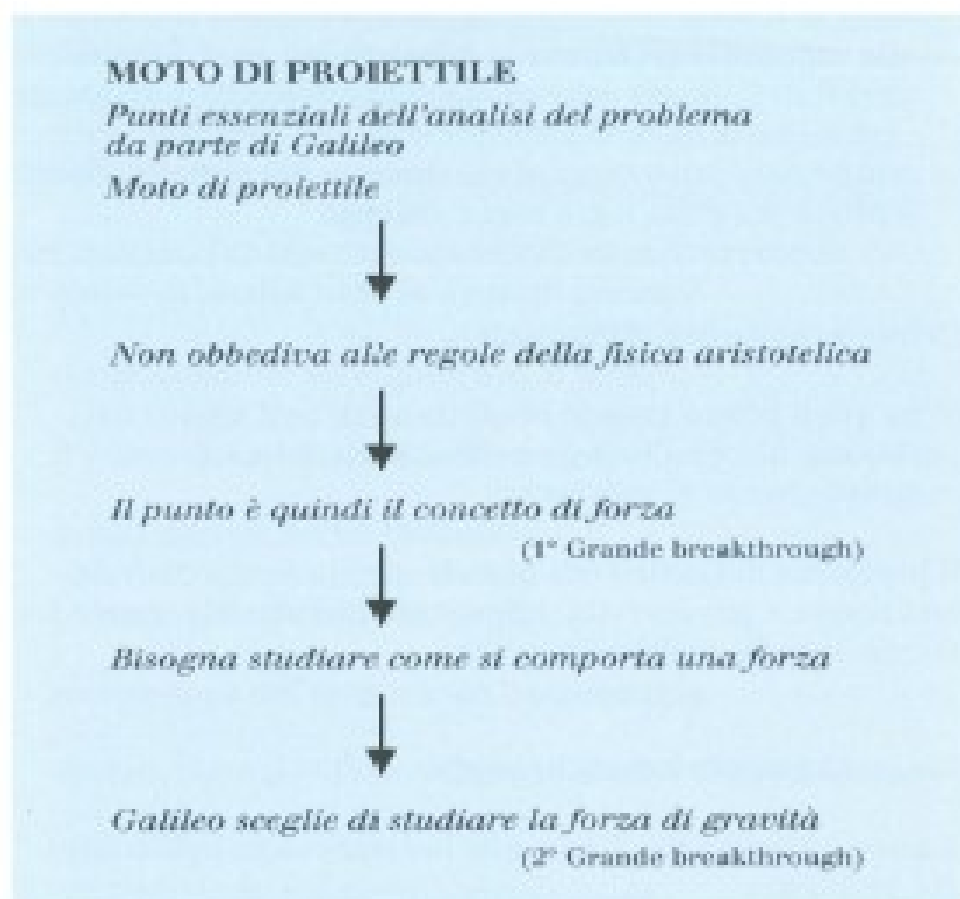
Comincia la rivoluzione del metodo scientifico, la fisica di Aristotele viene superata.

### La spiegazione del movimento del proiettile

Viene spiegato il movimento del proiettile anche dopo l'uscita dalla bocca del cannone.

28

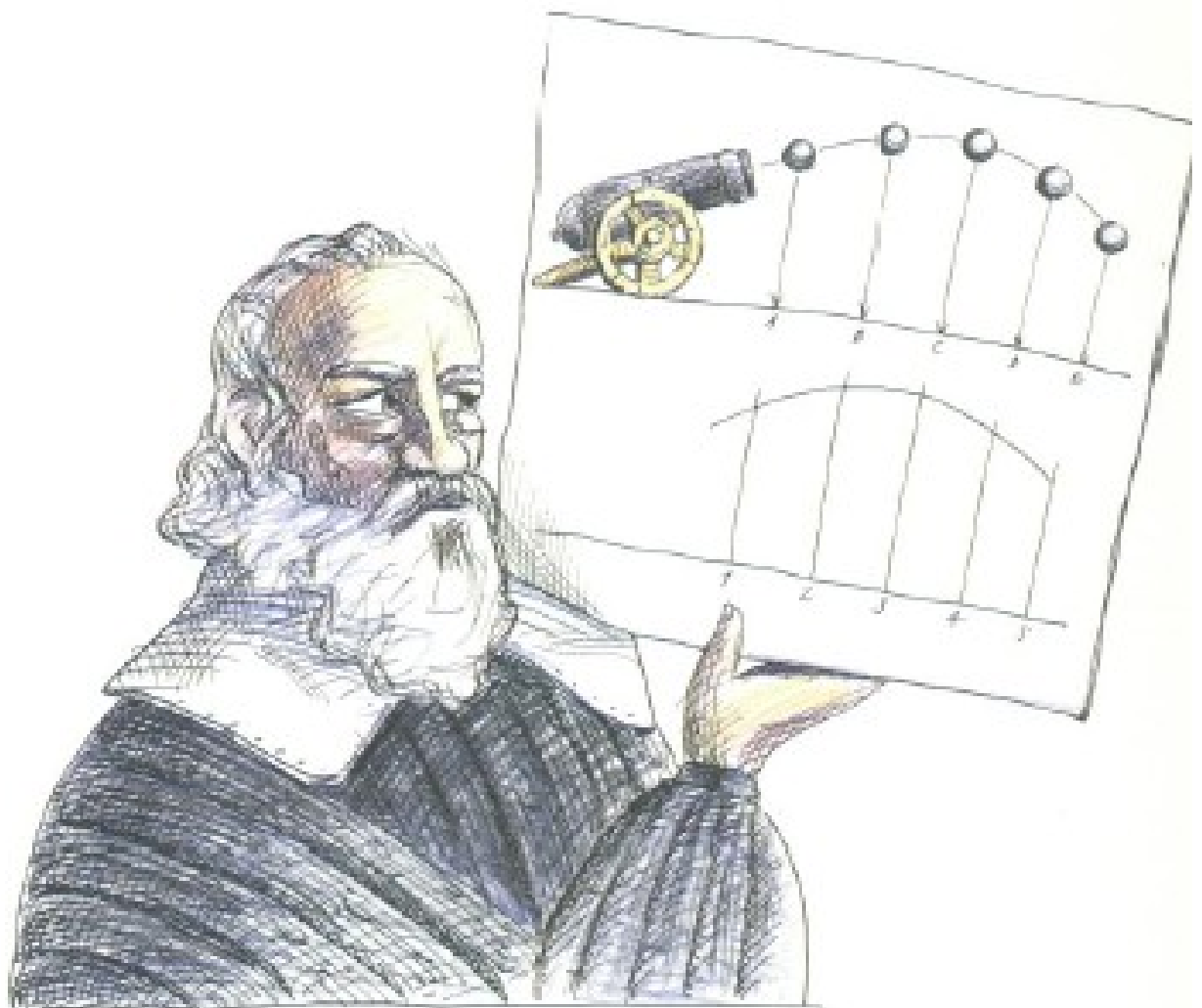
All'uscita di questa bocca il proiettile non riceve più l'impulso di una forza e quindi l'accelerazione si azzerava. Non varia più la velocità acquisita al momento dell'uscita e il proiettile quindi continua a muoversi con la velocità acquisita al momento dell'uscita.



Questa velocità però viene variata dall'impulso di due altre forze: la forza di gravità e la resistenza dell'aria. Galileo dimostra che il moto di un proiettile ha una traiettoria parabolica.



L'analisi del problema non solo ha permesso di risolvere il problema studiato, ma ha fornito i concetti fondamentali della fisica moderna e del metodo scientifico.



*La forza non genera una velocità, ma un'accelerazione*

### **Considerazioni sulle modalità di analisi del problema**

L'analisi svolta da Galileo è un esempio brillante di semplicità, eleganza ed economia degli sforzi.

Galileo va alla radice del problema individuando chiaramente quale sia il punto chiave del problema stesso, mettendo in risalto le assunzioni tradizionali che lo rendevano oscuro.

Una volta fatto questo, emerse con chiarezza alla sua mente che il problema non stava nel proiettile ma nella definizione aristotelica di forza.

L'esempio di Galileo ci aiuta a capire la regola che governa la prima fase dell'indagine, l'analisi del problema.

Questa regola è la seguente:

la situazione problematica deve essere trasformata nella situazione dei fatti rilevanti.

Dove:

- la "situazione problematica" è la situazione che "genera" il problema;
- la situazione dei fatti rilevanti sta a indicare la situazione che "contiene i fatti rilevanti" e ai quali ci porta un'analisi consapevole del problema.

L'individuazione dei fatti veramente rilevanti necessari per risolvere la situazione problematica è l'aspetto critico dell'analisi del problema.

Uno potrebbe chiedere come si fa ad individuare i fatti rilevanti.

Non esistono regole o criteri ben definiti in proposito.

Ma di per sé la regola è grandemente utile, perché se uno sa "cosa" cercare è già facilitato. E' ben difficile trovare quello che non si cerca.

## 5. EINSTEIN E IL NUOVO CONCETTO DI TEMPO

Il caso che descriveremo riguarda il processo mentale che ha portato Einstein allo sviluppo della Teoria della Relatività.

Per ovvie ragioni di semplicità questa spiegazione evita di trattare molti aspetti importanti, aspetti che però vanno al di là degli obiettivi di questa presentazione.

Il processo mentale di Einstein è stato veramente gigantesco in quanto ha preso in considerazione la maggior parte degli argomenti fondamentali della fisica a cavallo tra il XIX e il XX secolo.

Nel caso di Einstein siamo molto fortunati perché nel 1916 un grande psicologo, il Prof. Max Wertheimer<sup>5)</sup>, poté intrattenersi per ore e ore con Einstein nel suo studio, e ascoltare dalla sua viva voce la storia di come lo scienziato era arrivato a formulare la nuova teoria.

Nella descrizione che ne fa Wertheimer il processo mentale è spezzato in dieci atti e noi ci accontenteremo di una sintesi ai fini del nostro tema: l'analisi del problema.

Per maggiore chiarezza e sinteticità descriveremo il processo di analisi in base a questi punti:

- il problema
- gli esperimenti di Michelson
- il punto chiave del problema
- il modello mentale del fulmine e del treno
- i risultati rivoluzionari raggiunti
- considerazioni sulle modalità di analisi del problema

### Il problema

Il problema nasce con delle domande che Einstein cominciò a porsi, anche se in modo impreciso, a sedici anni:

5) Max Wertheimer, *Il pensiero Produttivo*, Giunta Barbèra, Firenze, 1965

- che cosa succederebbe se qualcuno corresse dietro un raggio di luce
- e se questo qualcuno viaggiasse su un raggio
- se qualcuno corresse a velocità sufficientemente elevata il raggio potrebbe dare l'impressione di non muoversi più del tutto
- si può pensare che questa velocità, in certe condizioni, sia maggiore in una direzione rispetto ad un'altra.

Su queste domande il processo mentale andò avanti per sette anni prima che Einstein trovasse l'elemento chiave del problema.

Trovato questo elemento in cinque settimane Einstein scrisse il suo saggio sulla relatività, pur lavorando a tempo pieno all'Ufficio Brevetti di Berna.

### **Gli esperimenti di Michelson**

Saltiamo due atti del processo mentale dello scienziato perché per comprenderli sarebbe necessaria la conoscenza di importanti nozioni di fisica.

Arriviamo al momento in cui Einstein prende conoscenza dei risultati sconcertanti delle esperienze di Michelson (fisico americano, 1852-1931).

Per comprendere questi risultati è necessaria una premessa.

Se uno correndo si allontana da un corpo che lo insegue ad una velocità maggiore della propria sarà raggiunto più tardi rispetto al caso in cui la persona rimanesse fermo a aspettare il corpo stesso. Se addirittura la persona gli corresse incontro il tempo necessario all'impatto si ridurrebbe.

Gli esperimenti di Michelson dimostrarono che per la luce la semplice realtà descritta non vale. La luce raggiunge il corpo sempre nello stesso tempo, qualsiasi sia il suo movimento.

La mente di Einstein si mise a riflettere su questi risultati sconcertanti e ci vollero ancora tre atti del processo mentale per arrivare all'elemento chiave del problema.

### **Il punto chiave del problema**

Ad un certo momento Einstein si rende conto che nell'esperimento di Michelson vi è una misurazione del tempo.

La domanda che si pose fu la seguente:

riesco a vedere chiaramente la relazione, l'intima connessione tra la misura del tempo e quella del movimento. Mi è proprio chiaro come funziona la misurazione del tempo in questa situazione.

A questo punto Einstein capì che la misurazione del tempo comporta la "simultaneità".

Con il modello di un fulmine e un treno Einstein dimostra che la simultaneità è un concetto relativo, arrivando così al superamento del concetto di tempo newtoniano.

33

### **Il modello mentale del fulmine e del treno**

Quando due atti sono simultanei?

Se due atti si verificano vicino a noi è abbastanza facile capire se sono simultanei. Ma se i due atti si verificano in due luoghi diversi, per esempio a Roma e a Sidney in Australia?

A questo punto Einstein costruì nella sua mente il seguente modellino:

1. un treno si muove a velocità costante su una rotaia perfettamente rettilinea
2. sul treno vi è un osservatore situato sul punto mediano del treno stesso
3. l'osservatore è dotato di due specchietti posizionati tra loro in modo da poter osservare contemporaneamente le due estremità del treno
4. a terra vi è un'altro osservatore con analoghi specchietti. La sua posizione verrà specificata più avanti.
5. mentre il treno si muove un fulmine cade dal cielo e biforcandosi colpisce la testa e la coda del treno

A questo punto i due osservatori verificano l'eventuale simultaneità dei due momenti in cui i due spezzoni del fulmine arrivano sulle due estremità del treno.

Einstein fa l'ipotesi che l'osservatore a terra nel momento in cui cade il fulmine si trovi esattamente all'altezza dell'osservatore sul treno.

Consideriamo ora cosa vedono i due osservatori.

#### **Osservatore a terra.**

Questo si trova esattamente a metà tra le due estremità del treno e osservando il fenomeno con gli specchietti vedrà che la caduta dei due spezzoni di fulmine è un fenomeno simultaneo.

#### **Osservatore sul treno.**

34

Questo osservatore che si trova esattamente nel punto mediano del treno, sempre con gli specchietti, rileverà che il fenomeno non è simultaneo in quanto durante l'osservazione il treno si è portato avanti in una direzione.

*Si ha quindi che uno stesso fenomeno è simultaneo per un osservatore e non per l'altro.*

#### **I risultati rivoluzionari ottenuti**

Einstein con i suoi ragionamenti arriva a delle conclusioni del tutto rivoluzionarie.

Nella fisica classica il tempo veniva considerato come una variabile indipendente.

Il tempo non entrava nelle operazioni di misurazione e nei movimenti presenti nelle situazioni in osservazione.

Einstein mise in luce l'intima relazione tra i valori del tempo e gli eventi fisici stessi. In questo modo il ruolo del tempo in seno alla struttura della fisica venne fondamentalmente alterato.

#### **Considerazioni sull'analisi del problema**

Anche questo esempio ci mostra che l'analisi del problema arriva ad una conclusione quando Einstein arriva al fatto veramente importante: la simultaneità è un fenomeno relativo e non assoluto.

Einstein, utilizzando i risultati degli esperimenti di

Michelson, può trasformare la situazione problematica nella situazione dei fatti rilevanti.

Come già detto questa situazione mette in crisi il concetto tradizionale di simultaneità.

Einstein in merito alla soluzione dei problemi ci ha lasciato una frase molto profonda:

“Non si può risolvere un problema con lo stesso modo di pensare che ha creato il problema”.

Questa frase andrebbe attentamente meditata nel momento in cui siamo davanti ad un problema complesso.

35



*Con il modello di un fulmine e un treno, Einstein dimostra che la simultaneità è un concetto relativo*