

Enzo Tonti

# Impariamo a studiare

consigli sul metodo di studio

Università di Trieste  
14 settembre 2009

La presente dispensa si può scaricare dal sito:  
<http://moodle.units.it>  
accedere a: Materiale a disposizione degli studenti  
scegliere: **Impariamo-a-studiare**



# Prefazione

Da anni avevo raccolto appunti per fare un opuscolo sul metodo di studio. Mi ero proposto di dare consigli, suggerimenti, di far presente regole che conviene rispettare: insomma di migliorare il rendimento di ogni studente.

Mi dicevo: se un medico dà consigli per la salute, è naturale che una persona, che ha fatto dello studio la sua vita, possa dare consigli sul modo di studiare.

Il medico ha in vista la salute del paziente: se poi il paziente non seguirà i suoi consigli, peggio per lui.

Un docente, appassionato dello studio, ha in vista la riuscita dello studente: se poi questi non ascolterà i consigli, peggio per lui!

Così ho deciso di raccogliere e condensare gli appunti che avevo elaborato ... da alcuni decenni.

L'autore è un professore di materia scientifica all'Università. Egli non pretende di essere un modello, né ritiene che i consigli qui dati siano validi per tutti, né che siano i migliori possibili. Pensa semplicemente che, se ciascuno studioso trasmettesse agli altri la propria esperienza, lo studio si farebbe con minor fatica e con maggior profitto.

L'autore è consapevole di esporsi alle critiche dei colleghi: pazienza, fa parte dei rischi del mestiere. La vita merita di essere vissuta solo credendo in qualche cosa. Chi crede in qualcosa si espone, va fatalmente incontro a disapprovazioni e... a qualche isolata approvazione!

E l'autore è convinto che solo una vita in salita è pienamente vissuta.

Ringrazio l'ing. Leone Giuliano Pidalà che, ricordandosi di una mia lezione sul metodo di studio tenuta ben 34 anni fa al Politecnico di Milano, mi ha fatto capire che i consigli possono portare frutto anche a distanza di decenni!

Ringrazio il prof. Gian Paolo Beretta ordinario di Fisica Tecnica, che mi ha fornito l'occasione di una conferenza sul metodo di studio all'Università di Brescia.

Ringrazio il prof. Renzo Carretta ordinario di Medicina Generale all'Università di Trieste, che mi ha dato preziosi consigli.

Un particolare ringraziamento va alla laureanda Federica Zarantonello che ha collaborato con dedizione e con entusiasmo alla stesura del libro: la sua passione per lo studio, prevalentemente fatto sui libri piuttosto che su appunti e dispense, è molto rara e merita di essere additata come modello.

Buona lettura, anzi ... buono studio!

Enzo Tonti



# Indice

<b>1</b>	<b>Le ragioni dello studio</b>	<b>7</b>
1.1	Premessa . . . . .	7
1.2	In che cosa consiste lo studio? . . . . .	8
1.3	La molla dello studio: la curiosità . . . . .	9
1.4	Gli ideali . . . . .	10
1.5	Le tentazioni del sapere . . . . .	11
1.6	L'intelligenza ed il denaro . . . . .	11
1.7	L'Università: perché? . . . . .	12
1.7.1	Scegliere la facoltà . . . . .	13
1.7.2	L'interruzione degli studi . . . . .	13
<b>2</b>	<b>Gli atti dello studio</b>	<b>15</b>
2.1	Cosa significa "capire"? . . . . .	15
2.1.1	Viviamo di modelli . . . . .	17
2.1.2	Per capire occorre semplificare . . . . .	18
2.1.3	I diversi gradi di comprensione . . . . .	19
2.1.4	Il ruolo della memoria . . . . .	20
2.2	Lo studio come processo . . . . .	21
2.2.1	Il rendimento dello studio . . . . .	21
2.2.2	Rimane solo ciò che si è assimilato . . . . .	22
2.2.3	Studiare con la musica di sottofondo? . . . . .	23
2.2.4	Il luogo di studio . . . . .	23
2.2.5	La concentrazione . . . . .	25
2.2.6	L'esaurimento nervoso . . . . .	25
2.2.7	Rileggere ad alta voce le parti importanti . . . . .	25
2.2.8	Teoria e pratica . . . . .	26
2.2.9	Induzione e deduzione . . . . .	26
2.2.10	Analisi e sintesi . . . . .	27
2.2.11	Scoperta ed invenzione . . . . .	27
2.2.12	Conoscenza in estensione ed in profondità . . . . .	27
2.2.13	Come iniziare lo studio di una materia . . . . .	28
2.2.14	Dare la caccia ai concetti . . . . .	29
2.2.15	Classificare per sopravvivere! . . . . .	29

2.2.16	Porsi frequentemente domande . . . . .	30
2.2.17	Evidenziare gli errori . . . . .	30
<b>3</b>	<b>Gli strumenti dello studio</b>	<b>33</b>
3.1	Il docente ideale . . . . .	33
3.1.1	I trasparenti . . . . .	34
3.2	I libri . . . . .	35
3.2.1	Avere il culto dei libri chiari . . . . .	36
3.2.2	Importanza dei cenni storici . . . . .	36
3.2.3	Il libro di testo consigliato: un obbligo? . . . . .	37
3.2.4	Il ruolo della biblioteca . . . . .	37
3.2.5	In difesa del libro scientifico . . . . .	38
3.3	Il ruolo di internet . . . . .	38
3.4	Scrivere per chiarirsi le idee . . . . .	38
3.5	Gli appunti . . . . .	39
3.5.1	Come prendere gli appunti . . . . .	39
3.5.2	Come evidenziare . . . . .	41
3.5.3	Fare un dizionario dei termini . . . . .	43
3.6	I riassunti . . . . .	44
3.6.1	Gli schemi . . . . .	44
3.6.2	I cartelli murali . . . . .	45
3.6.3	Gli esami . . . . .	45
3.6.4	Il voto di laurea . . . . .	46
3.6.5	Una storia ... esemplare . . . . .	46
3.7	Gli ingredienti delle materie scientifiche . . . . .	47
3.7.1	I teoremi . . . . .	47
3.7.2	Le formule . . . . .	48
3.7.3	I diversi tipi di equazioni . . . . .	50
3.7.4	Le condizioni di validità . . . . .	50
3.7.5	Il ruolo dei contro-esempi . . . . .	51
3.7.6	Grafici e diagrammi . . . . .	52
3.7.7	Definire il problema fondamentale . . . . .	52
3.7.8	Definire le grandezze . . . . .	53
3.7.9	Gli esercizi . . . . .	53
3.8	Commiato . . . . .	55

# Capitolo 1

## Le ragioni dello studio

### 1.1 Premessa

Quando degli amici vanno in una località nella quale noi siamo già stati, diamo loro informazioni, consigli ed avvertimenti, li mettiamo in guardia contro i pericoli nei quali possono incorrere, ad esempio:

- se vanno a Firenze, suggeriamo loro di non perdere gli affreschi del Beato Angelico al convento di San Marco;
- se vanno a Napoli, li mettiamo in guardia contro gli scippi;
- se vanno in Messico, li mettiamo in guardia dal bere l'acqua di rubinetto perché... causa attacchi di diarrea e vomito in contemporanea (provato!).

Strano a dirsi, ma, per l'attività dello studio, che investe circa vent'anni della nostra vita, il pieno della giovinezza, non si danno consigli, suggerimenti, avvertimenti, non si indicano gli errori più frequenti.

Ognuno si basa solo sull'esperienza che ha accumulato in prima persona negli anni precedenti. Spesso non tesaurizza i suggerimenti che vengono dalla sua stessa esperienza, figuriamoci poi da quella degli altri.

Eppure il progresso scientifico e quello tecnologico si basano sulla esperienza *accumulata* da chi ci ha preceduto. Noi possiamo fare oggi certe cose che in altri tempi non si riuscivano a fare proprio perché *aggiungiamo* alla nostra esperienza personale quella fatta dagli altri.

Chi studia senza tener conto di alcune regole elementari, spreca tanto tempo per riscoprire da solo, a proprie spese, di aver male utilizzato interi anni della propria vita. Spesso compie errori di metodo, a volte gravi, che possono portarlo addirittura ad interrompere gli studi: se solo qualcuno lo avesse messo in guardia!

Se una persona, che ha già fatto lo stesso vostro percorso, vi mette a disposizione la sua testimonianza, vi indica le cose da non fare, vi suggerisce un itinerario da seguire, vi mette in guardia contro gli errori più frequenti, perché non ascoltarla? Insomma: *se ascoltiamo i consigli del medico per stare bene, ascoltiamo anche i consigli di uno studioso per studiare bene!*

## 1.2 In che cosa consiste lo studio?

Lo studio consiste nella acquisizione di nozioni e nella loro composizione in un tutto organico. Le nozioni acquisite vanno ad “arredare” la nostra mente. L’essenza dello studio sta nel disporre ordinatamente queste nozioni legandole fra loro, cercando il rapporto di causa - effetto. Si edifica in tal modo una struttura mentale che arricchisce la nostra persona, la mette in grado di comprendere altri fatti e di risolvere i problemi che ci vengono posti.

Lo studio viene da un’esigenza interiore dell’uomo che desidera conoscere, approfondire, capire il come ed il perché avvengono dei fatti o dei fenomeni; che desidera dare risposte ai numerosi interrogativi che la vita ci presenta.

*Con la conoscenza dei fatti e con la loro comprensione,  
si realizza il sapere.*

Aver capito il *perché* ed il *come* degli avvenimenti, ci mette in grado di *spiegare* ciò che è avvenuto e di *prevedere* ciò che avverrà.

Il prevedere consente di *progettare* e di conseguenza di *costruire*, di *realizzare* e quindi di *poter fare*. Il filosofo inglese Auguste Comte ha sintetizzato questo nella frase:

*sapere per prevedere, prevedere per potere.*

Lo studio è un arricchimento individuale che ha un immediato riflesso sociale in quanto permette di risolvere problemi, di realizzare progetti, di prendere decisioni oculate, quindi di svolgere un ruolo importante nella società. Lo studio rende preziosa la persona e quindi le consente di accedere a posti di prestigio e di comando. Questi posti permettono, in generale, di mettere a profitto le capacità che abbiamo acquisito, suscitano considerazione e sono quindi sorgenti di soddisfazioni. Talvolta (non sempre) sono anche ben remunerati e quindi lo studio apre la strada ad una buona posizione sociale ed economica. Ecco quindi che, alla domanda “*Perché studiare?*”, si possono dare tante risposte: si studia per un bisogno interiore; si studia per essere in grado di progettare; si studia per guadagnare una posizione sociale ed economica.

Alcuni studenti, che si ritengono “realisti”, pensano che queste siano “balle” e che la realtà sia un’altra. Ritengono che lo scopo dello studio sia quello di dare gli esami per arrivare alla laurea e prendere un pezzo di carta... il tanto auspicato pezzo di carta! Poi si vedrà! Chiediamoci: conviene buttare la propria giovinezza per un pezzo di carta?

**Lo scopo dello studio è l’apprendimento,  
... non il superare gli esami!**

Chi farà le spese di questa stortura se non lo stesso laureato quando avrà finalmente afferrato il pezzo di carta? È evidente che il pezzo di carta è richiesto in quanto è sinonimo di una abilità conseguita: se dietro al pezzo di carta non ci fosse la certificazione di una abilità acquisita, non sarebbe richiesto.

Guardate cosa avviene nelle offerte di lavoro: talvolta è scritto negli annunci “cercasi perito o ingegnere”. È come se dicessero: cercasi giovane che ha studiato per 13 o per 19 anni. Questo vuol dire che 6 anni di giovinezza trascorsa nello studio, 6 anni di rinunce, non contano niente! I giovani “realisti”, che ritengono inutili tutti questi consigli, sono invitati a guardare realisticamente questo spreco di 6 anni della loro gioventù.

## 1.3 La molla dello studio: la curiosità

Lo studio è stimolato dalla curiosità, dal desiderio di capire il perché delle cose. Se non ci fosse la molla della curiosità, non saremmo spinti a studiare e se vi fossimo costretti, il nostro studio risulterebbe noioso e quindi poco efficace. I bambini, che sono la curiosità fatta a persona, chiedono spesso il perché delle cose, sono spesso incuriositi da ciò che vedono e vogliono spiegazioni. Lo stupore che illumina il volto di un bambino quando ha capito qualcosa è qualcosa di meraviglioso ed è un peccato che la capacità di stupirsi svanisca negli anni.

*La curiosità è la scintilla dell'intelligenza,  
ed è la molla della conoscenza.*

La curiosità è stimolata dagli esperimenti di laboratorio, dal vedere una lavorazione in una fabbrica, dal vedere come si costruisce in un cantiere, in generale dall'*osservazione*. Un bambino chiede come mai c'è l'arcobaleno solo quando lo ha visto! Purtroppo oggi gli studenti non assistono ad esperimenti... i laboratori sono in via di estinzione. Come può nascere l'interesse alla spiegazione di un fenomeno che non abbiamo visto?

È dalla curiosità che scaturisce la ricerca e quindi la scoperta. Chi non si chiede il perché rimane schiavo dell'ignoranza: accetta, ma nulla cambia in lui. L'ignoranza, cioè la non conoscenza, è una forma di schiavitù e costringe ad una posizione subordinata. Al contrario la conoscenza è dominio, è liberazione.

*La curiosità è l'origine del nuovo.*

La curiosità è la molla che serve a dare la spinta iniziale... ma la curiosità da sola non basta e spesso le difficoltà ci arrestano, perché capire è spesso difficile. Allora deve subentrare la **forza di volontà**, l'impegno di proseguire. La volontà, l'intelligenza e la memoria sono ingredienti fondamentali dello studio.

**Nello studio occorre essere aggressivi,  
non soggetti passivi.**

*(Per questo occorre porsi continuamente domande.)*

C'è un paragone interessante tra l'entusiasmo e la forza di volontà: è quello tra il moto di un proiettile e quello di un razzo. Un razzo va più lontano di un proiettile. Un proiettile che ha subito una spinta iniziale, incontra la resistenza dell'aria durante il moto ed il suo tragitto è breve. Un razzo, invece, utilizzando un propellente, continua a spingere durante il suo tragitto, vincendo la resistenza che incontra e compie un tragitto ben più lungo di quello del proiettile. La spinta iniziale corrisponde all'entusiasmo e alla curiosità, mentre il propellente, che genera la spinta durante il moto, corrisponde alla "forza" di volontà. Fate il pieno di forza di volontà se volete completare gli studi!

Quello di concepire la laurea come il fine primario degli studi è un errore che fanno molti studenti. La cosa deplorabile è che i finanziamenti dell'Università sono (e saranno) erogati in funzione di quanti studenti conseguono la laurea nel numero di anni stabilito: tre per le lauree

brevi e cinque per quelle quinquennali. E così i docenti, giocoforza, si disamorano e fanno passare tutti, sovente con voti alti e immeritati. Chi ci rimette in prima persona è lo studente, che impara molto meno e che non assimila quanto dovrebbe.

Occorre dire ad alta voce o occorre gridare, che lo scopo dello studio non è il conseguimento della laurea, ma è

*la trasformazione della persona, il suo arricchimento interiore, la conquista di un patrimonio con il quale svolgerà sì una professione nella vita, ma soprattutto si renderà conto che la cultura arricchisce lo spirito, genera appagamento, gioia, soddisfazione. Quanto è grande la soddisfazione dell'aver capito, del sapersi destreggiare con abilità in una attività!*

Se questo non è il fine primario del nostro studio, la laurea diventa un semplice *pezzo di carta* che ci consentirà di accedere ad una professione o ad una carica pubblica, così come un biglietto è necessario per entrare allo stadio. Porre un tale limite alla nostra persona rappresenta la mortificazione dell'essere umano! Quanti studenti non sono stati avvertiti che il fine primario degli studi non è una laurea, ma quello che la laurea presuppone.

## 1.4 Gli ideali

L'uomo è un insieme meraviglioso di anima e corpo: del corpo sono propri i piaceri ed i dolori, dell'anima sono proprie le gioie e le tristezze. Ricordiamoci di avere un'anima!

Non confondete la gioia con il piacere, cercate la gioia che rimane, che vi nobilita, che vi distingue da chi persegue solo il piacere, del cibo, della droga, del sesso, della comodità, del denaro.

Purtroppo ci vergogniamo di dire questo e così facciamo precipitare la nostra persona sempre più nel banale, nel materiale, nel carnale. Finiamo per dare peso solo alla cura del corpo, alle cose materiali, ai soldi che sono dai più considerati come la porta per la felicità.

È bene evitare equivoci: nella vita i soldi sono importanti, essenziali, ma da soli non fanno la felicità, anche se è un pensiero comune quello che fa vedere la felicità nei soldi.

*Diamo valore alla vita nella sua interezza!*

L'ossessione del piacere invita molti giovani, troppi giovani, ad imboccare la via della droga. Inconsapevoli delle gioie dello spirito ottundono la loro mente, inebriandosi di musiche ad alto volume, di riunioni oceaniche che fanno perdere la propria identità, lasciandosi andare a tutti i piaceri che mortificano la persona.

Chi sceglie la strada dello studio, spesso faticosa, perché è una strada in salita, va nella direzione opposta e deve esserne consapevole ed orgoglioso. Non deve accettare l'invito a voltare le spalle agli ideali.

È di grande conforto vedere giovani con ideali, anche se, purtroppo, diventa sempre più raro. Vivere per un ideale è vivere, non avere ideali è morire!

**Gli ideali danno senso alla vita, gli ideali sono il sale della vita!**

Per non perdere il senso della vita, dobbiamo essere generosi con i nostri simili, dobbiamo sentire la solidarietà. Chi ha sperimentato questo, ha dato un senso alla sua vita e, anche quando è colpito da un dolore fisico o è amareggiato per qualche fatto accadutoogli, porta dentro di sé una grande serenità. Certificato da tante persone che hanno sofferto: ascoltiamo!

Molti giovani oggi mancano di **entusiasmo**, mancano di **ideali**, mancano di **carica**. La colpa è della società e soprattutto della cellula della società, la famiglia. Gli esempi, i modelli che la famiglia addita sono di solito sempre i parenti, i conoscenti che guadagnano di più. “Guarda tuo cugino quanto guadagna”. “Impara da tuo zio che ha fatto fortuna”. “Dai retta a tuo nonno che ha fatto tanta strada, guarda dove è arrivato.” La fortuna e la carriera vengono misurate in termini di soldi.

I soldi sono indispensabili per vivere, ma non devono essere la meta. I soldi illudono, dividono gli uomini in caste, separano l’uomo dall’uomo; i soldi fanno tacere lo spirito. I soldi non giustificano una giovinezza dedicata allo studio.

## 1.5 Le tentazioni del sapere

Il sapere è ricchezza e come tale è aperto a tutte le tentazioni tipiche della ricchezza. Il sapere può generare il distacco dalle persone che non sanno, esattamente come la ricchezza può generare il distacco dai poveri. Il sapere può produrre la formazione di circoli chiusi di persone che “sanno”, il formarsi di una casta che, anziché essere a servizio di coloro che “non sanno”, è al servizio di se stessa.

“Colui che sa” ha una responsabilità in più, in quanto dovrebbe mettersi al servizio di “colui che non sa” per portarlo al proprio livello: proverebbe così una gioia piena, sensazione assai diversa da quella che prova chi usa la sua conoscenza per mettere un ostacolo tra sé e il suo interlocutore. Talvolta ci capita di incappare in persone arroganti, supponenti, le quali non perdono occasione di farci pesare la loro cultura, quanto valgono, quanto sono brave e cercano di metterci in soggezione, di creare un distacco tra noi e loro.

L’unico insegnamento che si può trarre da questi individui è ... di non essere come loro! L’esserci fatti una cultura in un ramo del sapere non ci dà il diritto di sentirci superiori agli altri: semmai deve spingerci ad essere utili agli altri.

Non dobbiamo essere avari del nostro sapere. Una persona che sa dare agli altri i frutti della sua cultura, automaticamente acquista considerazione, rispetto e simpatia, ben più di quanto ne potrebbe acquisire facendo pesare la sua cultura.

È molto appagante vedere far comprendere una nozione ad una persona: è questo il ruolo del genitore, del maestro, dell’insegnante, dell’amico autentico.

## 1.6 L’intelligenza ed il denaro

L’intelligenza è la *facoltà della mente umana di intendere, pensare, giudicare, comunicare fatti e conoscenze, di formulare giudizi ed elaborare soluzioni in risposta agli stimoli esterni, di*

*adattarsi all'ambiente o di modificarlo in base alle proprie necessità.*<sup>1</sup>

È sorprendente l'analogia tra l'intelligenza e il denaro:

**l'intelligenza è la moneta dello spirito:  
avere intelligenza per comprendere è come avere denaro per comperare.**

Chi ha denaro può avere con facilità ciò che desidera acquistare;  
chi ha intelligenza può capire con facilità ciò che desidera comprendere.  
Esiste lo spreco dell'intelligenza, come esiste lo spreco del denaro.

*Non è importante avere molto denaro,  
ma è importante fare buon uso di quello che si ha.  
Non è importante avere molta intelligenza,  
ma è importante fare buon uso di quella che si ha.*

## 1.7 L'Università: perché?

Iscrivendovi all'Università avete fatto un investimento. Quale?

**Avete deciso di investire gli anni più fertili della vostra vita  
per acquisire un patrimonio.**

Vi rendete davvero conto di cosa avete investito? Proviamo a vedere quali risposte si possono dare alla domanda *“Perché ti sei iscritto all'Università?”*. Le risposte sarebbero le più svariate. Facciamo un elenco delle principali dicendo subito che non sono mutuamente esclusive: in una persona possono coesistere, in percentuale diversa, l'una e l'altra delle motivazioni.

A) INTERESSE PER UNA DISCIPLINA. Alcuni risponderanno che sono venuti all'Università perché hanno un interesse in una specifica disciplina. A chi piace la fisica, a chi la chimica, a chi l'elettronica, a chi l'architettura. Altri sono interessati alla filosofia, alle lettere, alla giurisprudenza, alla medicina, ecc.

B) INTERESSE PER LA RICERCA. Alcuni si iscrivono con il desiderio di potersi dedicare alla ricerca scientifica: biologia, farmacologia, chimica, materiali, fisica, nanotecnologia, ecc.

C) ESERCIZIO DI UNA PROFESSIONE. Alcuni vogliono diventare medico, avvocato, ingegnere ovvero hanno come obiettivo una professione. Questa motivazione sembra analoga alla precedente ma non lo è. In alcuni prevale l'esercizio di una professione, in altri prevale l'interesse per una disciplina. Ad esempio è difficile che ci si iscriva a fisica per poter esercitare una professione (che non c'è), mentre è difficile che ci si iscriva a medicina per il solo piacere della medicina. In questo caso solitamente prevale l'interesse di esercitare una professione o il desiderio di aiutare il prossimo: ne sono un esempio i professionisti che lavorano per medici senza frontiere.

D) AZIENDA DI FAMIGLIA. Altri risponderanno che i genitori hanno una azienda, svolgono una attività, hanno uno studio professionale e desiderano che il figlio o la figlia, prendano in futuro

<sup>1</sup> Dal dizionario della lingua italiana di De Mauro reperibile in rete all'indirizzo: <http://old.demauroparavia.it>

il loro posto. Questi hanno il vantaggio di avere già un posto assicurato proseguendo l'attività di famiglia.

E) NON SI TROVA LAVORO. Altri, dopo le scuole superiori, hanno visto che non si trova facilmente lavoro e, per inerzia, hanno proseguito il periodo di scuola iscrivendosi ad una facoltà che potesse assicurare loro il famigerato *pezzo di carta*, come lasciassero passare per un posto di lavoro.

Qualunque sia la motivazione, tutti sono costretti a studiare, perché devono raggiungere la laurea.

Se allora dobbiamo spendere 20 anni della nostra giovinezza per studiare, non conviene allora spendere qualche ora per apprendere le regole dello studio? Probabilmente, investendo qualche ora per imparare un metodo di studio, si potranno risparmiare alcuni mesi o forse anni... di soggiorno all'Università!

Ultima, ma non ultima, viene una considerazione: il fatto di dedicare cinque o più anni a fare lo studente universitario, non costituisce l'esercizio di una professione, sia pure temporanea? Se così è, prepariamoci anche all'esercizio di questa professione... quella dello studente, perbacco!

### 1.7.1 Scegliere la facoltà

Il primo atto dello studio è quello di farci conoscere cose nuove: *la conoscenza si allarga*. Se quanto abbiamo conosciuto ci appassiona, ci suscita interesse, ci fa sorgere domande, allora desideriamo approfondire la conoscenza: *la conoscenza si approfondisce*. È il secondo atto dello studio.

Per nostra fortuna solo una parte di ciò di cui veniamo a conoscenza desta il nostro interesse!

Rendersi conto di quali sono i nostri interessi, le nostre passioni, vuol dire scoprire le nostre inclinazioni. Si decide così un liceo scientifico o classico o artistico, una facoltà scientifica o letteraria, nell'ambito della facoltà il tipo di corso di laurea, nell'ambito del corso le materie da scegliere.

Tuttavia occorre rendersi conto anche delle nostre capacità; non basta avere una inclinazione per abbracciare un indirizzo di studi occorre avere **determinazione, costanza, volontà, carattere, temperamento**. A questo si aggiunge lo stato di salute, la disponibilità familiare, eventualmente la capacità di studiare lavorando per mantenersi.

Il mondo è pieno di persone che avrebbero voluto studiare, ma che non hanno portato a termine un ciclo di studi per i più svariati motivi.

Dunque nel decidere il tipo di studi non dobbiamo tener conto solo delle inclinazioni, ma anche della nostra determinazione a proseguire e dei mezzi per poterlo attuare. La mancanza di realismo nella valutazione delle proprie possibilità è causa di tanto spreco di tempo, di tante delusioni e di tante fatiche mal ripagate.

*Impariamo ad essere bravi manager di noi stessi!*

### 1.7.2 L'interruzione degli studi

Un esame responsabile delle vostre capacità e delle vostre inclinazioni vi può suggerire di cambiare indirizzo di studi o di cambiare facoltà o, al limite, di interrompere gli studi. Non è un

trauma, è un fatto fisiologico. Sarebbe ben peggio continuare per inerzia, senza entusiasmo, per scoprire, molti anni più tardi, di aver tirato troppo a lungo un periodo di indecisione e di insoddisfazione.

Comunque, se per le più diverse ragioni, dovete interrompere gli studi, gli anni passati all'Università vi avranno certamente migliorato. Il fatto di aver scelto un certo tipo di studi e di aver affrontato degli esami, ha comunque portato un beneficio alla vostra persona. La cosa è analoga a chi ha frequentato un ciclo di esercizi fisici e non lo ha potuto portare a termine: il suo fisico ne ha certamente guadagnato. Quindi, se avete dovuto interrompere gli studi, non rattristatevi pensando di aver perso anni di vita all'Università. Rimarrà certo la delusione di non aver finito, ma non dovete pensare che gli anni trascorsi siano stati inutili! Un beneficio lo hanno pure portato, perbacco! La trasformazione della persona, il suo progressivo arricchimento non avviene d'un sol colpo, magicamente, al momento della laurea, ma si realizza man mano durante l'intero arco degli studi... e della vita: l'interruzione degli studi non vi toglie di certo l'arricchimento fin lì conseguito!

*LETTURA Miei cari giovani, sono lieto di vedervi in questi giorni innanzi a me, gioiosa giovinezza di una terra solatia e fortunata. Tenete a mente che le cose meravigliose che imparate a conoscere nella scuola sono opera di molte generazioni; sono state create in tutti i paesi della terra a prezzo di infiniti sforzi e di un appassionato lavoro. Questa eredità è lasciata ora nelle vostre mani, perché voi possiate onorarla, arricchirla ed un giorno trasmetterla ai vostri figli. È così che noi, esseri mortali, diventiamo immortali mediante il nostro contributo al lavoro della collettività.*

*Ricordando questo, troverete un significato nella vita e nel lavoro e imparerete a giudicare rettamente le altre genti e le altre età.*

Albert Einstein, [31, p. 60]

# Capitolo 2

## Gli atti dello studio

### 2.1 Cosa significa “capire”?

Capire significa comprendere le connessioni fra le diverse parti di una nozione o fra nozioni diverse. Capire significa individuare i fatti salienti, i protagonisti di una vicenda e scoprire come sono legati fra loro. Capire significa cercare la connessione logica o temporale fra gli avvenimenti.

L'atto del capire assomiglia molto alla composizione di un *puzzle*: le tesserine devono essere localizzate ed incastrate tra loro.



**Figura 2.1.** Capire è come comporre un puzzle.

Nel cercare di capire il funzionamento di un apparecchio, di un processo fisico o biologico o altro, dobbiamo utilizzare l'intuizione, l'intelligenza e l'esperienza. Un detective che deve capire come si è svolto un fatto, ricorre all'analogia con altri casi simili. L'abilità di servirsi delle esperienze precedenti, di individuare le analogie con casi simili a quello in esame, costituisce il “futo” del detective.



**Figura 2.2.** Quello del *capire* è il tipico tormento dell'investigatore.

È opportuno distinguere due tipi di comprensione:

- la comprensione di un fatto che non era stato capito da nessuno in precedenza che è il tipico atto della ricerca scientifica.
- la comprensione di un fatto che è già stato chiarito da altri in precedenza. In questo caso la comprensione riguarda la *trasmissione della conoscenza*: è questo il caso dello studio scolastico. La difficoltà del capire dipende principalmente dalla chiarezza del libro o del docente che trasmette la conoscenza.

Un ricercatore fa difficoltà a capire il meccanismo di un fenomeno perché deve sia individuare i pezzi del “puzzle”, sia vedere come questi si combinano fra loro. Uno studente, invece, fa fatica a capire il meccanismo di un fenomeno perché la persona o il libro, dai quali apprende non sono chiari. Se lo studente universitario si rendesse conto di quanto tempo e quanta fatica risparmiando andando a cercare i libri più chiari, non si rifiuterebbe di entrare in biblioteca per cercarli e, potendo farlo, li comprenderebbe.

Pensiamo a quello che avviene quando abbiamo ricevuto in regalo una scatola di costruzioni, ad esempio per assemblare un modellino di nave. Quando apriamo la scatola ci troviamo di fronte a tanti pezzi da assemblare, ma non ci è chiaro come assemblarli. Allora apriamo il foglietto di istruzioni (il libro) e seguiamo le indicazioni. Le istruzioni ci indicano l'ordine con il quale dobbiamo comporre il modellino, come dobbiamo disporre i pezzi, dove mettere la colla, ecc. L'unica difficoltà sta nel ... capire il foglietto di istruzioni. Se non vogliamo usare il foglietto delle istruzioni dobbiamo cercare di capire come connettere i pezzi facendo diversi tentativi di connessione.

In generale un buon libro, un libro chiaro, presenta le varie parti di un argomento in modo graduale, conseguente. L'autore, che per ipotesi ha capito l'argomento, lo espone preoccupandosi di non fare salti, di giustificare ogni passaggio, di connettere fra loro le diverse affermazioni.

In questo modo chi studia non fa fatica a capire e quindi risparmia tempo (spesso tanto tempo!) e comprende meglio (spesso molto meglio!). Il tutto concorre ad aumentare il rendimento dello studio, che è l'obiettivo da perseguire.

Spesso, appena si è capita una nozione, si passa subito a studiare altri argomenti. È invece opportuno rimanere un po' sullo stesso argomento per chiarire altre cose che in precedenza non ci erano chiare. Questo processo di chiarificazione è in parte consapevole, guidato dalla nostra intenzione di chiarire altre nozioni legate a questa, in parte inconscio perché avviene spontaneamente. A questo scopo è necessario lasciare decantare la nozione appresa, fare una

pausa, magari un passeggiata all’aperto. Occorre avere rispetto del nostro cervello e lasciare che compia, nel silenzio, il suo lavoro di connessione.

Chiarire una nozione, significa vedere in modo più distinto le parti che la compongono e le relazioni fra le parti. Prima le parti erano oscure, non si distinguevano i particolari, non si riuscivano a scorgere i legami.

Roger C. Schank, un eminente studioso dell’intelligenza artificiale, ha scritto [39, p. 26]

*Noi comprendiamo quello che leggiamo aggiungendolo a quello che già sappiamo: un significato nuovo è sempre il prodotto di un significato precedente. Capire una frase chiama in causa tutta la conoscenza che abbiamo acquisito finora su come vanno le cose nel mondo: quanto maggiore è la nostra conoscenza del mondo, quante più esperienze abbiamo avuto, tanto meglio siamo equipaggiati per trovare significati possibili a una qualunque frase, periodo, poesia o racconto ci capitino d’incontrare.*

### 2.1.1 Viviamo di modelli

Un tempo, prima di costruire un edificio impegnativo, come la Basilica di San Pietro o Palazzo Vecchio a Firenze, si faceva un modellino in legno. Il modellino consentiva di avere una visione d’insieme dell’edificio, di mettere in evidenza dei particolari che il disegno non faceva risaltare.

Lo stesso disegno di un abito o di un’auto o di un edificio costituiscono un modello. Di un abito o di un’auto si può realizzare anche il prototipo, mentre di un edificio ... non è conveniente!

Dobbiamo sempre tener presente che l’idea che ci facciamo del mondo *non* è il mondo, ma solo un modello del mondo. Ciascuno ha il suo modello di ciò che lo circonda, quello che chiamiamo la propria visione “visione della vita”.

Lo studio di un fenomeno ci porta spontaneamente a farci un modello del fenomeno. Ogni modello rappresenta la realtà in modo semplificato, quindi il modello non va bene in tutte le occasioni, anzi alle volte è proprio sbagliato.

Così per affrontare lo studio dei gas ci facciamo un modello semplificato di cosa sia un gas e lo chiamiamo *gas perfetto* o *ideale*. Concepiamo le molecole di cui è composto come sferette elastiche in continuo movimento che occupano un volume trascurabile rispetto al volume del recipiente che contiene il gas e che non esercitano le une sulle altre alcuna azione sensibile (coesione tra molecole uguali, adesione tra molecole di diversa natura) tranne durante gli urti reciproci che vengono supposti di tipo elastico. Questo modello è in grado di spiegare la legge dei gas perfetti  $pV = nRT$ . Dal momento che i gas reali seguono solo approssimativamente tale formula, siamo portati a creare altri modelli del gas tenendo conto delle interazioni fra le molecole, della loro forma non sferica.

Viviamo facendo dei modelli: ciascuno di noi ha un modello del mondo, della società, dell’universo. Facciamo modelli di ogni cosa, di ogni avvenimento, di ogni persona. Sì, abbiamo un modello anche di ogni persona. Ci siamo fatti un’idea del suo carattere, dei suoi difetti e dei suoi pregi attraverso il suo comportamento, attraverso quello che altri ci riferiscono, attraverso il dialogo che abbiamo avuto con la persona stessa. Non sappiamo realmente chi sia una persona, e non dobbiamo confonderla con il modello che di lei ci siamo fatti: a misura che la conosciamo il modello viene aggiornato, viene modificato, arricchito. A volte sentiamo dire “*Non avrei mai*

*pensato che una persona così...*” Questo vuol dire che il modello che ci eravamo fatti non era corretto, era incompleto.

Il fisico tedesco Heinrich Hertz ha chiarito questa corrispondenza tra modello e realtà nel brano famoso [33, p. 1]:

*“Il più diretto e, in un certo senso il più importante problema che la nostra consapevole conoscenza della natura deve metterci in grado di risolvere è l’anticipazione degli eventi futuri, così che possiamo programmare le nostre azioni secondo tale anticipazione. Come base per la soluzione di questo problema noi facciamo sempre uso degli eventi che sono già accaduti ottenuti da osservazioni casuali o da esperimenti programmati. Nel tentativo di trarre inferenze sul futuro dal passato, noi adottiamo sempre il seguente processo: ci formiamo immagini o simboli degli oggetti esterni e la forma che gli diamo è tale che le necessarie conseguenze delle immagini nel pensiero siano sempre le immagini delle necessarie conseguenze in natura delle cose rappresentate. Al fine di soddisfare questo requisito deve esistere una certa conformità tra la natura e il nostro pensiero. L’esperienza ci insegna che questo requisito può essere soddisfatto e quindi che tale conformità di fatto esiste.”*

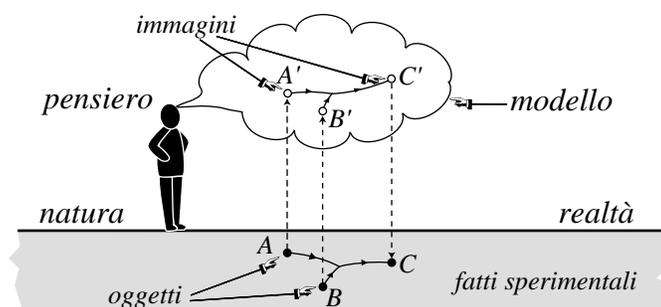


Figura 2.3. Rappresentazione della corrispondenza tra natura e pensiero.

### 2.1.2 Per capire occorre semplificare

È caratteristico dello sviluppo scientifico il procedere dal semplice al complesso. Di fronte a qualunque fenomeno il pensiero umano cerca di cogliere dapprima i fatti essenziali e trascurare quelli secondari. Una volta compreso il funzionamento di questi casi semplificati, si prendono in considerazione, un po' alla volta, le cose trascurate.

È per questo motivo che consideriamo gas *perfetti*, fluidi *perfetti*, solidi *rigidi*, fluidi *incomprimibili*, cicli *reversibili*, moto dei corpi *nel vuoto*; vincoli *lisci*, pareti *adiabatiche*, sistemi *conservativi*, ecc.

Solo successivamente ci dedichiamo allo studio dei gas *reali*, dei solidi *deformabili*, dei fluidi *reali*, dei fluidi *comprimibili*, dei cicli *irreversibili*, della *resistenza* dell'aria, dei vincoli *scabri*, dei sistemi *dissipativi* e così via.

Sarebbe però ridicolo ritenere inutile, ad esempio, la meccanica dei corpi *rigidi* per il solo fatto che in realtà nessun corpo è rigido. La schematizzazione di un corpo come *rigido* costituisce una **prima fase** nello studio di un problema di statica o di dinamica. Successivamente si potrà tener conto della sua deformabilità, considerandolo come elastico, successivamente come plastico, e così via.

Per risolvere i problemi della scienza e della tecnica, noi ci facciamo dei modelli semplificati dei problemi da risolvere e a questi modelli applichiamo le leggi del fenomeno per prevederne il comportamento.

Se non si facesse così, il problema reale sarebbe di difficile soluzione.

Un naturalista francese, Lecompte du Noüy [37] ha espresso in modo sintetico questo modo di procedere:

**Per comprendere occorre semplificare:  
ogni semplificazione ci allontana dalla realtà.**

Di fronte ad un fenomeno complesso, chi studia si viene a trovare nella stessa condizione di quegli uomini di scienza che hanno per primi affrontato lo studio del fenomeno. Quindi quando incontriamo una difficoltà di comprensione, teniamo presente che, prima di noi, altre menti di notevole valore si sono imbattute nella stessa difficoltà. Anche loro hanno affrontato dapprima i casi più semplici e, successivamente, quelli più complessi includendovi gli aspetti secondari.

Questo modo di procedere ci abitua a separare gli aspetti fondamentali da quelli secondari preparandoci all’esercizio di una professione o alla ricerca scientifica e tecnologica.

### 2.1.3 I diversi gradi di comprensione

Esistono tanti livelli di comprensione. Infatti diciamo

*“non ho capito”,*

*“non ho capito bene”,*

*“c’è ancora qualcosa che mi sfugge”,*

*“finalmente ora è tutto chiaro!”*

Con queste frasi indichiamo che la nozione che stiamo introducendo nella nostra mente non riesce a penetrarvi perché *non si lega con le altre nozioni che già vi si trovano*. Le nozioni nuove non armonizzano fra loro, non trovano la loro collocazione.

Facciamo una analogia: consideriamo due sposi novelli che hanno già arredato la casa con mobili moderni. Supponete che manchi loro un lampadario e che qualcuno regali loro un lampadario di stile antico formato da tante gocce di vetro: non sapranno dove collocarlo perché non si lega allo stile dei mobili moderni che già posseggono. Non riuscendo a trovargli una collocazione finiranno per metterlo in cantina e quindi di fatto a rifiutarlo.

Qualcosa di simile avviene nella nostra mente quando una nozione nuova non si armonizza con il patrimonio esistente: viene rifiutata. Di conseguenza diciamo: *“Non capisco”*.

Riportiamo un altro brano di Schank [40, p. 9]

*... una parte importante di ciò che intendiamo per comprensione è l’accesso a strutture di conoscenza già esistenti in cui porre le nostre nuove esperienze. Sentiamo di aver capito quando sappiamo dove un nuovo input va messo in memoria.*

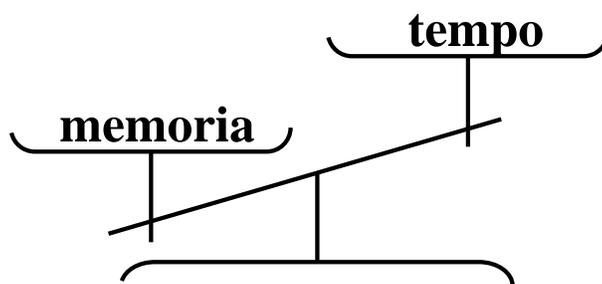
L'analogia tra l'arredamento preesistente e il lampadario nuovo serve a spiegare il comportamento delle persone di una certa età che, di fronte al calcolatore, si rifiutano di usarlo perché non lo capiscono. I termini che si usano, quali *file*, *scrolling*, *data base*, *debugging*, *reset*, *RAM*, *ROM* ... non sono in sintonia con il loro bagaglio mentale, nel quale c'è un arredamento di altro stile, non legano. Fanno qualche tentativo per metterli in armonia con il patrimonio mentale preesistente, ma non ci riescono e nasce in loro la repulsione per il calcolatore. Dicono: "Non ci capisco niente, non è roba che fa per me."

Norman Campbell [28, p. 77] scrive:

*Una spiegazione è generalmente l'espressione di un'asserzione in una forma più accettabile e più soddisfacente. Così, se qualcuno ci parla in una lingua che non capiamo o in una lingua straniera o in una lingua tecnica di un certo ambito di studi o mestiere con cui non siamo familiari, possiamo chiedergli di spiegare la sua affermazione. E noi riceveremo la spiegazione in risposta alla nostra domanda soltanto se la persona modificherà adatterà la forma della sua affermazione in modo da esprimerla nei termini che ci sono familiari. L'affermazione nella sua nuova forma è più accettabile e più soddisfacente, perché ora evoca una risposta ben definita nelle nostre menti che esprimiamo dicendo che capiamo l'affermazione. Ancora, a volte chiediamo ad un uomo di spiegare il suo comportamento; facciamo una domanda di cui non conosciamo la risposta o fingiamo di non conoscere la risposta, per sapere i motivi che hanno ispirato la sua azione. Riterremo che offra una spiegazione completa se le sue motivazioni sono quelle che abitualmente ispirano le nostre azioni o, in altre parole, le sue motivazioni ci sono familiari.*

#### 2.1.4 Il ruolo della memoria

La memoria è un ingrediente essenziale dell'apprendimento. Chi ha poca memoria impiega più tempo a capire.



**Figura 2.4.** Il rapporto tra la memoria e tempo per la comprensione

Il rapporto tra memoria e tempo è analogo a quello che esiste in un calcolatore: si può scrivere un programma che faccia uso di tanta memoria impiegando poco tempo ad essere eseguito o un programma che faccia uso di poca memoria impiegando molto tempo.

Per coadiuvare la memoria è bene lasciar **sedimentare** le nozioni apprese.

Esiste una memoria **visiva** e una memoria **uditiva**: grosso modo l'80 per cento della memoria è di tipo visivo e il 10 per cento di tipo uditivo.

## 2.2 Lo studio come processo

Nello studio si possono individuare due fasi:

1. **l'acquisizione** di nozioni
2. **l'elaborazione** delle nozioni acquisite.

Le due fasi possono presentarsi distinte o sovrapposte.

Vi sono discipline nelle quali l'acquisizione di nozioni, di termini, di regolamenti, di normative è prevalente. Si pensi alla geografia, alla giurisprudenza, all'anatomia. In questa fase è la **memoria** che svolge un ruolo fondamentale.

Nella seconda fase, quella dell'elaborazione, si cercano i legami tra le nozioni acquisite, si cerca il rapporto causa-effetto. In questa fase è più impegnata l'**intelligenza** in quanto "*insieme delle facoltà che permettono all'uomo di risolvere problemi e di adattarsi all'ambiente*"<sup>1</sup>

Si pensi alla differenza tra l'*anatomia*, che studia la forma e la struttura degli organi, e la *fisiologia*, che studia il funzionamento degli organi e le relazioni fra le diverse componenti di un organismo. Nello studio dell'anatomia occorre memorizzare una congerie di nomi, in quello della fisiologia occorre capire il funzionamento degli organi e delle parti di un organo.

### 2.2.1 Il rendimento dello studio

Lo studio è un processo: il processo dell'apprendimento. Come ogni processo ha un suo rendimento. Si sente dire spesso: "lo studio non mi rende". Vuol dire che nella testa ci sono preoccupazioni, che abbiamo fatto il pieno di notizie di attualità, che il tempo è troppo frazionato, che l'ambiente è troppo grande o che c'è rumore. Lo studio impegna energia del sistema nervoso, ne è prova l'esaurimento nervoso. Occorre quindi saper dosare i tempi di studio e soprattutto rivedere il modo di studiare.

Una volta, nel 1968, mentre mi trovavo a Stanford in California, per un congresso (erano i giorni della *Convention* americana), ho visto nella *hall* di una residenza universitaria una studentessa che leggeva un libro. Era seduta davanti ad un televisore che, letteralmente, vomitava slogans elettorali, urla di giubilo, applausi. In più la ragazza aveva un auricolare, da cui verosimilmente usciva della musica, masticava chewing gum e agitava una gamba al suono della musica. Ho provato un senso di compassione...

Studiare per periodi lunghi o alla sera o peggio di notte, stimolarsi con caffè, significa logorare l'organismo e quindi diminuire il rendimento futuro.

Bisogna dormire a sufficienza per non superare la soglia della stanchezza, altrimenti si arriva all'**esaurimento nervoso**. Chi lo ha provato - ed io ne so qualcosa - sa che si vede tutto difficile,

---

<sup>1</sup> SAPERE.it, internet

si pensa di non riuscire a superare mai l'esame, il rendimento cala paurosamente: insomma evitatelo come la peste!

È opportuno studiare fin dall'**inizio dell'anno scolastico** per avere il tempo di assimilare, senza arrivare alle scadenze degli esami e trovarsi indietro con la preparazione.

L'atto dello studio è un processo e come tale deve puntare al massimo rendimento. In senso simbolico possiamo scrivere:

$$\text{rendimento} = \frac{\text{quantità di nozioni acquisite}}{\text{tempo e fatica impiegati}}$$

Per aumentare il rendimento dello studio si può quindi agire in due modi:

- cercando di imparare più nozioni a parità di tempo (far crescere il numeratore);
- impiegando meno tempo e facendo meno fatica a parità di nozioni apprese (far diminuire il denominatore).

Quindi, per aumentare il rendimento, è opportuno contornarsi di **libri chiari**, che non ci facciano fare difficoltà a capire e ci presentino le nozioni in modo chiaro e graduale. Talvolta vengono date per scontate alcune nozioni, ritenute “ovvie”, ma che sono invece utili per predisporre il nostro tessuto culturale alla comprensione delle nuove nozioni. Queste nozioni omesse, in quanto ritenute “ovvie”, *sono la principale causa delle difficoltà incontrate nello studio*:

**meglio ribadire un concetto che darlo per scontato!**

A parità di libri occorre minimizzare il tempo di apprendimento: questo si realizza con la **concentrazione**. Essa esige l'assenza di rumori di sottofondo, una buona scelta del luogo di studio, come può essere una biblioteca.

L'esperienza insegna che la concentrazione esige il **silenzio**. Si studia bene la mattina presto o la sera tardi perché ci si trova immersi nel silenzio. La concentrazione è difficile durante la digestione, soprattutto se si è mangiato troppo o se si è presi dalla sonnolenza del dopo pasto.

Per favorire la concentrazione è bene non riempirsi di notizie di attualità, non leggere giornali o settimanali prima dello studio, non ascoltare le notizie alla radio o alla televisione. Evidentemente nessuno ci vuole isolare dal mondo! Semplicemente, come per fare un intervento operatorio occorre una preparazione, ad esempio essere digiuni, così per iniziare una sessione di studio è bene essere digiuni di... fregnacce, fatterelli, pettegolezzi, vicende politiche e via discorrendo.

### 2.2.2 Rimane solo ciò che si è assimilato

Come l'assimilazione di un cibo presuppone la digestione, così l'assimilazione di nozioni presuppone una “digestione”... e questo richiede tempo.

*Occorre lasciare il tempo necessario alle nozioni di legarsi tra loro, di confrontarsi con le nozioni già presenti nella nostra mente, al fine di essere accettate e di trovare una loro sistemazione.*

Il principale errore nello studio universitario consiste nel concepire lo studio come una folle corsa ad ostacoli (gli esami), con il solo fine di conseguire un traguardo (la laurea), considerata l'obiettivo primario dei nostri studi.

L'attuale struttura dell'Università, non più organizzata in annualità, bensì in semestri, trimestri e persino quadrimestri (!), non consente l'assimilazione. È come mangiare e vomitare... all'esame. Rimane dentro poco o nulla, la mente non assimila, non si appropria del cibo spirituale di cui ci nutriamo con lo studio.

### 2.2.3 Studiare con la musica di sottofondo?

Molti studiano con una musica di sottofondo. Qui si tratta di distinguere le occasioni.

Una musica distensiva di sottofondo può favorire l'isolamento dall'ambiente circostante e costituire pertanto un invito alla concentrazione. In particolare questo può risultare comodo quando si deve studiare in treno o quando si fa del disegno tecnico, ad esempio con l'*autocad*.

Una leggera musica può essere tollerata durante la fase di acquisizione di nozioni, laddove è impegnata la memoria.

Al di fuori di queste circostanze lo studiare con la musica di sottofondo, fa diminuire la concentrazione, fa impiegare più tempo, fa assimilare meno, e quindi fa diminuire il rendimento dello studio. Significa impegnare il cervello in due attività contemporanee, e quindi l'una a scapito dell'altra.

Non è consigliata nella fase di elaborazione delle nozioni, nella scoperta dei legami, nella ricerca dei nessi logici, nella fase creativa di un progetto, nella fase compositiva, e, meno che mai, durante la risoluzioni degli esercizi. Durante queste attività occorre tendere tutte le corde dello spirito per poter cogliere, nel silenzio, i suggerimenti che vengono dalla mente.

**Siate gelosi della vostra giovinezza,  
della vostra vita, non sciupatela,  
trattatevi bene!**

### 2.2.4 Il luogo di studio

Per studiare con profitto occorre evitare la distrazione e contornarsi di silenzio.

Evitare di avere nella stanza dove si studia la televisione accesa. Anche se non la si guarda, se ne sente il rumore e se ne vedono i bagliori e la concentrazione va a farsi friggere.

Se non si è concentrati è inutile continuare a studiare: lo studio non rende niente e si sta sprecando tempo. Meglio andare a svagarsi, a correre, a divertirsi.

Chiudiamo il telefonino quando cominciamo lo studio e riapriamolo al termine: le continue interruzioni fanno abbassare il rendimento dello studio. Abbiate rispetto del tempo che dedicate allo studio! Nessuno vi impedisce di svagarvi e di divertirvi, ma separate il tempo di studio da quello di svago. Quando decidete di studiare fatelo con determinazione, con economia di tempo e di fatica, curate il rendimento.

È difficile essere concentrati se in una stanza attigua vi sono i genitori o i fratelli o i compagni di appartamento che parlano ad alta voce. Imparate a rispettare voi stessi e a far rispettare

il vostro studio dai compagni o dai genitori. Chiedete ai familiari di poter studiare senza essere interrotti: le interruzioni distraggono, costringono ad uno sforzo aggiuntivo per ritrovare la concentrazione. Meglio due ore continue di studio che quattro ore interrotte da numerose chiamate.

Createvi le condizioni ottimali per studiare, altrimenti lo studio è faticoso e non rende.

I luoghi aperti, le camere grandi e piene di oggetti favoriscono la distrazione e sono quindi da evitare. Per studiare è opportuno che il luogo sia piccolo, chiuso e silenzioso.

Intervallate lo studio con passeggiate: “*le gambe sono le ruote del pensiero*”<sup>2</sup>. Pertanto passeggiare in luoghi silenziosi, possibilmente in giardini anche se questo non è possibile nelle università italiane, come lo è invece, per esempio, nei *campus* delle università americane.

Consiglio di studiare su un tavolo possibilmente piccolo. Una differenza tra un ufficio e uno studio sta nella posizione del tavolo: in un ufficio si volge la schiena alla parete per ricevere l’ospite di fronte, mentre in uno studio si mette il tavolo contro una parete e si volge il viso alla parete per non essere distratti. Sapete che le celle dei monaci, ideali per la concentrazione, hanno il tavolino contro la parete?

Non è bene studiare appena mangiato e non è bene mangiare eccessivamente se dovete poi studiare. La digestione richiama il sangue allo stomaco e lo sottrae al cervello. Il risultato è che il tempo dedicato allo studio frutta poco e abbassa il rendimento.

È importante anche il tipo di sedia: la sedia comoda, tipicamente la poltrona, è adatta ad una lettura distensiva, non ad una lettura impegnativa come lo esige lo studio. Quindi sedia “dura” accostata al tavolo.

È consigliabile l’uso di un **leggiò**; non incurva la spina dorsale mentre si legge, consente di stare più a lungo seduti, facilita la concentrazione e favorisce l’attenzione.



**Figura 2.5.** Un leggiò favorisce la concentrazione e ... la spina dorsale.

La luce non deve riflettersi sulla pagina da leggere. È meglio una luce concentrata che una luce diffusa perché il cono di luce che si crea con una lampada favorisce la concentrazione.

Se potete evitate la luce al neon diretta che è intermittente e quindi affatica gli occhi (50 vibrazioni al secondo); inoltre il suo ronzio infastidisce le orecchie: il tutto concorre a diminuire la concentrazione.

I condizionatori d’aria hanno un rumore di fondo che diminuisce la concentrazione.

<sup>2</sup>Emile Augier, citato da J. Hadamard (matematico francese): [17, p. 34]

### 2.2.5 La concentrazione

Nella formazione di un composto chimico l'opposto della concentrazione è la diluizione. Nella applicazione della mente l'opposto della concentrazione sono la dispersione e la distrazione! Il rendimento dello studio aumenta notevolmente quando si è concentrati.

Personalizzate l'ambiente di studio! Una camera arredata da colui che studia è invogliante. Ma attenzione: poche cose, niente manifesti che distraggano! Così facendo si risparmia tempo, tanto tempo! Separate quindi lo svago, la musica e le chiacchiere dallo studio.

Studiate da soli e ripassate assieme. Interrogatevi e fatevi interrogare da un compagno di corso. Imparate ad esporre, se potete usando una lavagna (di ardesia, col gesso!)

Nei nostri tempi siamo sempre più bombardati da informazioni spesso inutili. Queste vanno a riempire il nostro cervello rendendo difficile la concentrazione. Se volete mantenere la concentrazione, evitate di rimpinzarvi di informazioni inutili, soprattutto quelle di cronaca.

### 2.2.6 L'esaurimento nervoso

E' una tipica malattia dello studente. È la conseguenza di uno stato di tensione e di attenzione prolungati. L'esaurimento nervoso è una vera e propria malattia che deve essere curata, non deve essere sottovalutata. Se lasciata andare porta all'esaurimento cronico. Questo si manifesta con una diminuzione del controllo dei propri atti. Si avverte facilmente se una persona è esaurita dal suo comportamento.

L'esaurimento nervoso fa vedere tutte le cose difficili, rende indecisi, diminuisce la capacità di collegare i concetti tra loro. Di conseguenza diminuisce la capacità di fare le sintesi, di riassumere, di coordinare. Ci si trova dispersi, deboli, si legge tanto senza ritenere nulla. Si vede tutto difficile e si ritiene di non riuscire mai a fare l'esame che si sta preparando e si rimanda l'appello... tante volte.

Il rimedio sta anzitutto nel riposo mentale, nello svago e soprattutto nel sonno. Il sonno è il miglior rimedio. Potendo è bene fare una vacanza in montagna: aria aperta, luoghi tranquilli (non di villeggiatura mondana), passeggiate e dormite.

Non ricorrete ai soliti farmaci tonici del sistema nervoso, anzi prendetene il meno possibile e solo se ve li prescrive il medico.

### 2.2.7 Rileggere ad alta voce le parti importanti

Per memorizzare i pezzi salienti di un testo, ad esempio gli enunciati, le definizioni, le condizioni di validità di una formula è bene ripeterli a voce alta. Sappiamo che per imparare a memoria le poesie è altamente opportuno *recitarle* ad alta voce. Il suono delle parole viene recepito dall'orecchio e memorizzato nella *memoria uditiva* che è fisicamente distinta dalla *memoria visiva*.

Quello di esprimere concetti ad alta voce, come se si fosse ad una interrogazione, è una prassi consigliabile nello studio perché aiuta ad esprimere e facilita le interrogazioni. Nello studio, quindi, non limitiamoci ad usare la vista: favoriamo l'ingresso delle nozioni nella nostra mente anche attraverso l'udito.

## 2.2.8 Teoria e pratica

Una teoria è una costruzione logica del pensiero che ha lo scopo di:

- **descrivere** quello che già si conosce;
- **prevedere** quello che può accadere.

Un celebre proverbio dice che “*tra il dire ed il fare c’è di mezzo il mare*”. Questo proverbio si tocca con mano quando si fanno gli esercizi e si risolvono problemi. Le nozioni apprese a lezione o da un libro, sembrano chiare, ma al momento di metterle in pratica sono ... appelli o sessioni d’esame che passano!

Lo studio ideale consiste nella presa di conoscenza di alcuni problemi, poi nello studio della teoria corrispondente ed infine nella risoluzione dei medesimi mediante la teoria appresa.

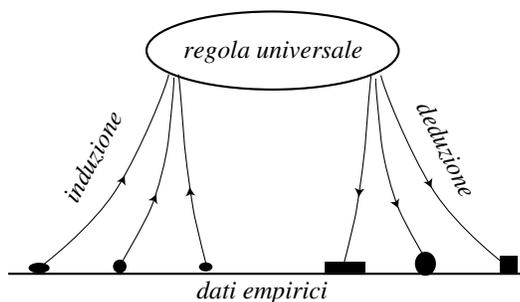
**La teoria priva di pratica è senza piedi,  
la pratica priva di teoria è senza testa.**

Teoria e pratica *non devono* essere separate nello studio di una materia, e tanto meno i problemi devono essere affrontati senza aver studiato la teoria corrispondente. Qualunque procedimento diverso si risolve in una incredibile perdita di tempo e, fatto non trascurabile, porta all’oblio di tutto, formule, procedimenti e concetti, nel giro di poche settimane.

## 2.2.9 Induzione e deduzione

L’induzione consiste nel “*procedimento per cui, partendo da dati empirici tra loro uniformi, si arriva alla formulazione di una regola universale*”<sup>3</sup>.

La deduzione consiste nel “*ragionamento attraverso il quale da determinate premesse generali vengono ricavate conclusioni logicamente necessarie*”



**Figura 2.6.** L’induzione è un processo di salita, la deduzione di discesa.

Il processo scientifico è un continuo susseguirsi di induzioni delle leggi a partire dai fatti sperimentali e di verifiche sperimentali delle leggi indotte.

La legge di un fenomeno fisico è indotta dall’osservazione del comportamento dei fatti sperimentali. Una volta formulata la legge si deducono le possibili conseguenze facendo così delle previsioni. Poi si va a verificare sperimentalmente se queste previsioni sono corrette.

<sup>3</sup>De Mauro, Dizionario della lingua italiana, Paravia, reperibile in rete all’indirizzo: <http://old.demauroparavia.it>

### 2.2.10 Analisi e sintesi

Per capire una nozione complessa noi usiamo un processo che si divide in due fasi: *l'analisi* e la *sintesi*.

Nell'analisi la nozione viene dapprima decomposta nei suoi elementi costituenti (anatomia), successivamente di ciascuno si analizza la sua struttura ed il suo funzionamento (fisiologia).

Nella sintesi si ricompongono gli elementi ricostruendo la nozione originaria. Questo processo è paragonabile all'assemblaggio dei costituenti di una apparecchiatura, di un'auto o di una casa. È in questa seconda fase che troviamo utili i riassunti, gli schemi e le tavole comparative.

La sintesi è l'atto che ci permette di fissare nella mente i concetti, autentici mattoni del sapere.

### 2.2.11 Scoperta ed invenzione

La scoperta consiste nella constatazione o nella presa di coscienza di qualcosa che esisteva senza che lo sapessimo. Ad esempio la scoperta dell'America.

L'invenzione consiste nell'ideazione ed eventualmente nella costruzione di qualcosa che prima non esisteva. Ad esempio l'invenzione della stampa.

Spesso un'invenzione segue immediatamente una scoperta: Torricelli ha *scoperto* che quando si inverte un tubo chiuso pieno di mercurio in una vaschetta contenente mercurio, questo discende fino a 76 cm circa lasciando il vuoto nella parte superiore del tubo: così facendo ha *inventato* uno strumento per la misura della pressione atmosferica, il barometro.

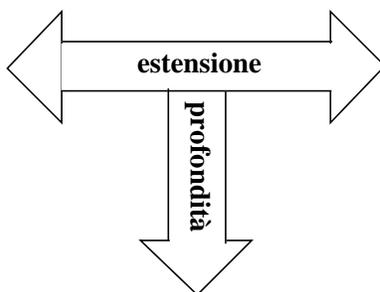
### 2.2.12 Conoscenza in estensione ed in profondità

Nell'apprendimento possiamo distinguere due aspetti:

**l'estensione:** consiste nell'apprendere nuove nozioni. La conoscenza si estende, perchè si conosce di più;

**la profondità:** consiste nell'approfondimento delle nozioni apprese. La conoscenza si approfondisce, perchè si conosce meglio.

Queste due componenti si alternano nel processo di studio. Estendendo la conoscenza veniamo a sapere più cose: questo esige la memoria per memorizzarli. La memorizzazione è aiutata enormemente se, anziché immagazzinare le nozioni acquisite disordinatamente, così come si presentano, le ordiniamo, le classifichiamo, le leghiamo fra loro. Inoltre la memoria è aiutata se i fatti acquisiti hanno colpito la nostra immaginazione, ci hanno interessati, hanno dato una risposta alle nostre domande.



**Figura 2.7.** Le due componenti del processo di studio.

Pertanto, saper suscitare l'interesse per un argomento, colpire l'immaginazione, è un merito per chi deve trasmetterci la conoscenza, libro o insegnante che sia.

Per approfondire la conoscenza, si mette in funzione essenzialmente l'intelligenza. Occorre capire o occorre cogliere i legami nascosti, scavare dentro i fatti, cercare il "perché" ed il "come". Non esiste un limite alla profondità del capire. La frase tipica "ho capito" dice poco. Bisogna vedere fino a che livello si è arrivati nella comprensione, quante connessioni sono state colte.

Tipicamente il genio è colui che ha capito più in profondità, non in estensione; è colui che ha colto dei legami nascosti, profondi.

**È l'apprendimento che trasforma la persona,  
e noi studiamo per arricchire la persona.**

È più difficile andare in profondità che in estensione. Spesso si sente dire di una persona che ha una conoscenza profonda e di un'altra che ha una conoscenza vasta. In linea di massima, chi sa molte cose e non le conosce a fondo è un enciclopedico ed ha molta memoria. Chi invece sa poche cose, ma le conosce profondamente, è uno specialista ed è un competente. In sintesi:

*estensione* → *aumenta il numero delle nozioni acquisite*

*profondità* → *le nozioni acquisite sono capite meglio.*

Una bella analogia è quella della pianta. Quando una pianta cresce, i suoi rami si espandono e nel contempo le sue radici penetrano nel terreno. Una pianta non può espandersi troppo se le sue radici non penetrano più profondamente nel terreno. La conoscenza, per estendersi, deve essere accompagnata dalla comprensione, cioè dalla profondità.

### **2.2.13 Come iniziare lo studio di una materia**

Quando in una azienda viene nominato un amministratore delegato (oggi chiamato semplicemente AD...) la prima cosa che questi deve fare è di farsi una idea generale della azienda: la sua composizione, i suoi reparti, il suo bilancio. Per far ciò incontra i dirigenti di settore, di reparto, il personale, visita i diversi reparti, parla con i responsabili. Le informazioni acquisite servono a fornirgli una visione d'insieme che risulterà preziosa per svolgere la sua funzione. Di solito si

accompagna ad una segretaria (anche non bella ... purché sia efficiente!) la quale annota tutte le informazioni, le raccoglie in modo ordinato e glielne presenta in una relazione.

Qualcosa di analogo deve farsi quando si inizia lo studio di una materia. È bene farsi una idea del contenuto del libro o della dispensa o degli appunti, redigendo un indice degli argomenti. Questo indice, eventualmente aggiornato, servirà durante lo studio per annotare man mano gli argomenti fatti. Nel caso che si studi un libro o una dispensa, l'indice esiste già ed è bene prenderne visione. Si tratta di vedere, per sommi capi, il contenuto dei singoli capitoli. Se si studia sugli appunti è bene prendere un foglio bianco e fare un indice degli argomenti (a questo fine non è necessario l'aiuto di una segretaria...).

L'indice di una materia può essere paragonato alla mappa di un itinerario di viaggio. Quando decidiamo di fare un viaggio per visitare una regione o un paese estero, esaminiamo il percorso da seguire, le diverse tappe, i luoghi in cui pernottare. Ci informiamo sui problemi che possiamo incontrare nei diversi luoghi, come la temperatura in quella stagione, le eventuali vaccinazioni, i visti di ingresso, ecc.

Alcuni studenti usano il metodo "a spazzaneve" ovvero iniziano a studiare in modo sistematico dalla prima pagina in poi. Così facendo non sanno cosa li aspetta nelle pagine successive, non sanno quale importanza rivestano le nozioni che stanno studiando per l'utilizzo nel seguito. Non possono fare un progetto approssimativo del tempo che potranno impiegare a finire lo studio, non si rendono conto di quali nozioni è bene ripassare o studiare ex novo per poter capire il contenuto la materia. Assomigliano a quegli sprovveduti viaggiatori (rarissimi perché incoscienti...) che si avventurano in un viaggio, ad esempio in una crociera, senza aver preso visione dell'itinerario, della durata e delle cose necessarie (maglie pesanti, giubbotti, costumi da bagno, e così via).

### 2.2.14 Dare la caccia ai concetti

In ogni argomento vi sono dei fatti salienti, dei concetti chiave. Essi sono la prima cosa che dobbiamo cercare nello studiare un argomento.

Tenere sempre presente che **i concetti sono più importanti delle formule** e che, se un errore di calcolo denota mancanza di allenamento e di attenzione, un errore di procedimento indica che non è chiara la teoria corrispondente.

### 2.2.15 Classificare per sopravvivere!

Classificare è l'atto preliminare dell'apprendimento. Per rendercene conto facciamo alcune riflessioni.

Il primo approccio ad ogni scienza inizia con una classificazione degli enti di cui si occupa. Si fa la classificazione dei cristalli, dei minerali, degli elementi chimici, delle specie vegetali, di quelle animali, ecc.

Classificare significa *dividere in classi* ovvero raggruppare secondo determinati criteri. Sono i criteri scelti che decretano la maggiore o minore utilità di una classificazione.

Classificare è un modo di ordinare. Una classificazione mette ordine e predispose allo studio perché l'ordine è uno dei requisiti essenziali dell'apprendimento.

### 2.2.16 Porsi frequentemente domande

Nello studio è essenziale porsi frequentemente domande. Le domande, per loro natura, suscitano l'attenzione.

Un bravo docente pone frequentemente domande ed un buon libro fa altrettanto.

Durante lo studio chiedersi spesso: *“Che cosa sto facendo? Che cosa voglio ottenere? Dove si colloca questo argomento? Dove vado a parare? Da che presupposti sono partito? È opportuno che io studi questo argomento adesso?”*

### 2.2.17 Evidenziare gli errori

Se in qualche occasione, guidando l'automobile o la moto, non abbiamo dato la precedenza a destra (e ci è andata bene ...), fermiamoci a valutare la gravità del fatto: **diamo importanza agli errori compiuti!** Questo ci aiuterà ad evitare una ricaduta nello stesso errore ... che può risultare fatale!

Questo principio vale per tutte le azioni della nostra vita. In particolare, quando nello studio ci accorgiamo di aver fatto un errore, non nascondiamolo a noi stessi. Mettiamo in evidenza l'errore compiuto, annotiamo il perché si è sbagliato e quali condizioni non abbiamo rispettato. Saremo così invitati a stare più attenti in futuro, per non ripeterlo:

**gli errori devono sempre esserci presenti per non ripeterli!**

Il famoso detto di Sant'Agostino:

*errare è umano, ma perseverare è diabolico*

ci invita a non ricadere nell'errore. Senonché, per non ricaderci occorre avere sempre presente l'errore fatto e per averlo presente occorre dargli importanza. Questo si può fare fermandoci a riflettere sulle cause e sugli effetti dell'errore compiuto. Più gravi sono le conseguenze a cui ci porta un errore, maggiore deve essere il peso che dobbiamo dargli. Il detto

**sbagliando si impara**

è quanto mai prezioso. Infatti gli errori, una volta corretti, sono le fondamenta del sapere. Lo studio della storia di una disciplina ci insegna la seguente verità:

**il progresso si basa sulla continua correzione degli errori.**

Se continuiamo a ripetere uno stesso errore, vuol dire che non ci siamo fermati a valutarlo la prima volta. Non dobbiamo vergognarci dell'errore, ma dobbiamo vergognarci di ripeterlo più volte perché vuol dire che non ne abbiamo fatto tesoro.

LETTURA “... voglio combattere l’idea che la scuola debba direttamente fornire quelle speciali conoscenze e quelle cognizioni di cui l’uomo dovrà più tardi servirsi direttamente nella vita! Le esigenze di questa sono troppo multiformi perché sia possibile nella scuola un addestramento così specializzato. Indipendentemente da questo, mi sembra inoltre offensivo trattare l’individuo come uno strumento senza vita. Lo scopo della scuola dovrebbe essere sempre questo: che i giovani, quando l’abbiano lasciata, abbiano acquisita una armoniosa personalità, non una specializzazione. Questo, a mio parere, è vero in un certo senso perfino per le scuole tecniche, anche se i suoi studenti si dedicheranno ad una professione ben definita. Prima di tutto dovrebbe sempre anteporsi lo sviluppo di una generale attitudine ad un libero pensiero e un libero giudizio, non l’acquisizione di una speciale conoscenza. Se una persona è padrona dei principi fondamentali della sua materia e ha imparato a pensare e a lavorare liberamente troverà certo la sua strada e, più di coloro la cui istruzione consiste soprattutto nell’acquisto di una dettagliata conoscenza, sarà in grado di adattarsi al progresso e ai cambiamenti.”

Albert Einstein, [31, p. 67]



# Capitolo 3

## Gli strumenti dello studio

### 3.1 Il docente ideale

La lezione ideale è quella in cui il docente non corre, spiega adagio, parla rivolto al suo uditorio, non borbotta parole incomprensibili voltando la schiena e dialogando ... con la lavagna. Inoltre

**la bravura di un docente  
si manifesta nell'arte di rendere le cose semplici.**

Un **docente ideale** è quello che non corre con la scusa di dover svolgere per intero il programma; accetta le interruzioni dello studente che vuole capire; non dà per scontate le cose che sono state fatte nei corsi precedenti. Una breve ripetizione, a volte uno schema, anche una sola frase, servono a riassumere, a rievocare, a richiamare, a chiarire.

Un **docente ideale** non cancella la lavagna appena ha scritto; non scrive in modo illeggibile; non scrive così piccolo da rendere difficile la lettura. Segue un filo logico; fa debite pause; all'inizio della lezione fa un sintetico indice di quello che tratterà e alla fine della lezione fa un breve riassunto di quello che ha spiegato.

Un **docente ideale** non dice con enfasi “*Chiaro no?!*”, perché mette in imbarazzo chi non ha capito, a volte tutti i presenti! Evita di dire “*Come è evidente*”, perché è consapevole che solo a lui è evidente quel che ha detto. Evita di dire “*Avete capito?*” con tono sostenuto, perché sa che chi non ha capito non avrà mai il coraggio di dirlo se la domanda è stata fatta con voce di sfida.

Un **docente ideale** alla fine della lezione non infila per primo la porta di uscita, ma si lascia facilmente avvicinare dagli studenti. Questi possono porgli domande su ciò che non hanno capito o su altro.

Il **docente ideale** si siede ogni tanto attorno ad un tavolo con gli studenti a parlare della materia, a chiarire, ad ascoltare le domande.

Il **docente ideale** sente l'insegnamento come un servizio, lo attua con umiltà, è sensibile ai suggerimenti degli studenti e alle loro critiche.

Lo studente distingue subito l'insegnante che studia, che si aggiorna, da quello che recita le stesse cose da anni, da quello che improvvisa, che brancola, che si arrabatta, che cerca comprensione, che farfuglia.

Purtroppo il **docente ideale** ... non esiste!  
Sì, ma anche l'**allievo ideale** non esiste!

### 3.1.1 I trasparenti

Con un trasparente la visione dei concetti che stanno trasferendo è simultanea: le formule sono già completamente scritte e lo studente si preoccupa di copiarle nei suoi appunti. Così facendo incorre spesso nel rischio di prestare poca attenzione all'esposizione del docente, che invece costituisce la parte più importante perché dà la ragione, la motivazione delle formule. Presentando il trasparente in toto, lo studente è distratto dalle troppe formule, dai diagrammi, dalle immagini e non riesce a seguire la spiegazione del docente.

Questo inconveniente è avvertito da molti docenti che, durante la loro esposizione o scurano il trasparente sovrapponendo un foglio di carta che viene man mano abbassato per far comparire le formule via via che queste sono presentate a voce. Questo favorisce l'ascolto, ma non rimedia all'inconveniente della scrittura delle formule sugli appunti. Infatti, *il trasparente viene spesso tolto dalla lavagna luminosa prima che lo studente abbia finito di copiare quanto vi era scritto.*

**I trasparenti fanno l'interesse del docente,  
non certo quello dello studente.**

Se con i trasparenti il professore fa meno fatica di quanto ne farebbe scrivendo sulla lavagna e riesce ad esporre più cose di quante ne riuscirebbe ad esporre alla lavagna, *la fatica maggiore la fa lo studente.*

I trasparenti sono vantaggiosi per una conferenza, in quanto ci si rivolge a degli esperti in un tempo molto breve, *ma non sono convenienti per la formazione dei concetti durante l'apprendimento in aula.*

Se è proprio necessario usare dei trasparenti, è doveroso fornirne le fotocopie con qualche giorno di anticipo in modo da lasciare agli studenti il tempo di farne una copia. Questo consentirà loro di apportare le aggiunte e le modifiche a lezione ove necessario. In questo modo si favorisce l'ascolto e quindi l'apprendimento.

**Un bravo docente fa tutto quello che può per favorire l'apprendimento.**

I trasparenti danno una visione in *serie* ovvero in *cascata*, come le successive cascate di un torrente. Al contrario la lavagna, purchè sia sufficientemente grande, dà una visione in *parallelo*, in quanto consente di mantenere sotto gli occhi più cose contemporaneamente, favorendo un confronto fra esse.

I trasparenti implicano un pesante uso della memoria, che memorizza poco per via della brevità dell'esposizione. La lavagna, invece, favorisce la visione contemporanea di diversi punti di un processo e perciò consente di imprimere meglio le nozioni che vi sono scritte o ltre a favorire il confronto e la sintesi.

I trasparenti sono molto pratici per presentare tabelle di dati, fotografie di dispositivi, schemi di macchine, disegni, ecc. Chiedete al docente di usare i trasparenti con discrezione!

## 3.2 I libri

Il libro ha la funzione di fissare il sapere o di trasmetterlo. L'autore di un libro didattico dedica **molto tempo** e fa **molta fatica** per essere chiaro, per presentare le nozioni nell'ordine dovuto, per mettersi nei panni del lettore, tenendo conto del suo livello culturale. Scrivere un libro di testo è un servizio che si fa alla società.

In compenso il lettore impiegherà **poco tempo** e **poca fatica** per capire e capirà più in profondità. Aumenterà così il rendimento del suo studio.

Morale: *cercate i libri chiari; comperateli se potete invece di comperare un maglione firmato!*

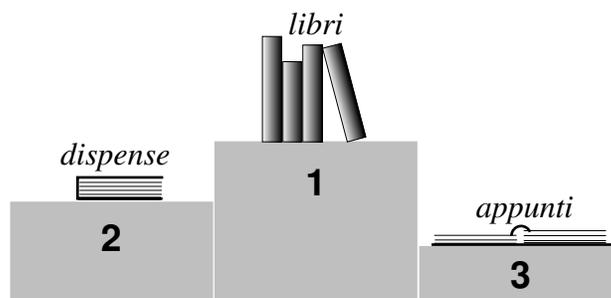
La funzione di un libro scientifico è quella di registrare la conoscenza acquisita in un campo della scienza o della tecnica, rendendone possibile la diffusione alla presente generazione e la trasmissione alle generazioni future.

Studiando un libro arricchiamo il nostro spirito in quanto ci appropriamo di un patrimonio di nozioni che altri uomini hanno acquisito a prezzo di studio, di rinunce e di errori.

Spesso si perde un pomeriggio o una giornata per capire un passaggio, un argomento, una formula: è tempo usato male, veramente sprecato. È meglio andare in biblioteca e cercare un libro che tratti lo stesso argomento. Può essere che il diverso modo di esporre la stessa nozione, una diversa nomenclatura o anche soltanto un esempio, facciano capire senza difficoltà quello che non si era capito prima.

Quindi non abbiate paura di allungare una preparazione consultando un altro libro. Attenzione: consultare, non vuol dire studiare tutto il libro! Eventuali differenze di nomenclatura e di notazioni dei simboli, anche se inizialmente danno fastidio, abitano ad una certa elasticità, indispensabile nella professione. Tutto questo ha lo scopo di far risparmiare tempo e fatica, con il risultato di capire meglio, il che non è poca cosa.

Circondatevi di libri (non di fotocopie!); investite i vostri piccoli o grandi risparmi in libri. Fatevi una piccola biblioteca personale. Se trovate un libro interessante fate in modo di comperarlo.



**Figura 3.1.** I tre livelli: appunti, dispense, libri.

Gli studenti di oggi usano poco i libri, si limitano agli appunti o alle dispense. Non è stato loro rimarcato che lo scopo dei libri è proprio quello di non far fatica a comprendere e di comprendere meglio.

Le dispense, in generale, si collocano ad un livello di chiarezza e di completezza superiore a

quello degli appunti. Il libro poi, sempre in generale, si colloca ad un livello ancora superiore a quello delle dispense. Prova ne sia che il docente per fare una dispensa dedica abbastanza tempo e raramente porta la dispensa al livello di libro perché questo gli costa altro tempo e fatica.

Quando si prende in mano un libro nuovo è bene leggere la prefazione perché l'autore confida il taglio che ha dato al libro, cioè lo spirito con cui lo ha scritto, il tipo di lettore al quale è rivolto, le cose che ha omesso, ecc. Purtroppo lo studente, in generale, la prefazione non la legge.

### 3.2.1 Avere il culto dei libri chiari

Molti libri di oggi usano un linguaggio da iniziati fin dalle prime pagine. Un autore di una chiarezza eccezionale, Cornelius Lanczos<sup>1</sup>, nella prefazione ad un suo libro scrive:

*“Molti trattati scientifici dei nostri giorni sono formulati in un linguaggio semi-mistico, come tali essi danno al lettore la sconcertante sensazione di essere in permanente presenza di un superuomo. Il presente libro è concepito in umile spirito ed è scritto per gente umile.”*

Un libro chiaro è quello che introduce le nozioni con gradualità, nel quale l'autore accompagna il lettore mettendosi al suo livello di conoscenza non dando nulla per scontato. Le nozioni essenziali per la comprensione, se non vengono presentate, devono almeno essere richiamate con una presentazione sintetica. Deve quindi venire indicato qualche altro testo di riferimento ove la nozione sia presentata nella sua interezza.

Raccogliete in un quadernetto una lista dei libri belli che avete visto o che vi sono stati consigliati: verrà il momento nel quale avrete bisogno di capire qualcosa e quei libri vi torneranno preziosi.

Rendiamoci conto che buona parte del tempo che noi impieghiamo a capire è dovuto al fatto che chi spiega, docente o libro che sia, non è stato chiaro. Ecco perché occorre contornarsi di libri chiari: per risparmiare tempo e per capire meglio.

### 3.2.2 Importanza dei cenni storici

Un libro ben fatto fa un cenno storico allo sviluppo della materia che tratta. La presenza di un cenno storico è un indizio che il libro è fatto con passione da un autore che vive la sua materia.

I cenni storici, in quanto mostrano l'evoluzione delle idee, sono di grande aiuto per chi studia, in quanto fanno vedere attraverso quanti concetti errati, deviazioni e ripensamenti si sia passati prima di giungere allo stadio attuale di una teoria.

Nelle materie letterarie, artistiche e musicali la storia della disciplina occupa un ruolo notevole. Si insegna la storia della letteratura, la storia della filosofia, la storia dell'arte, la storia della musica.

Al contrario, delle discipline scientifiche non si insegna la loro storia! Eppure la conoscenza

---

<sup>1</sup> Fisico matematico ungherese [35, p. ix]

della storia, della fisica, della chimica, della matematica, della termodinamica, della geologia, ecc., ha un notevole valore formativo.<sup>2</sup>

Infatti la storia mostra l'evoluzione del processo che ha portato alle scoperte e alle invenzioni. Lo studente, inconsapevolmente, ripercorre in poco tempo le stesse fasi che il pensiero scientifico ha percorso (a volte in centinaia d'anni!) nell'evoluzione di una disciplina. Leggendo un libro di storia della disciplina ci si consola, in quanto, a più riprese, viene da esclamare: “*allora non sono solo io che non avevo capito! Anche dei testoni che ci hanno preceduto hanno fatto fatica a capirlo!*” E questo dà non poca consolazione...

### 3.2.3 Il libro di testo consigliato: un obbligo?

Non tutti i professori consigliano un libro di testo. Spesso fanno riferimento alle loro dispense e, se non le hanno fatte, lasciano che lo studente studi sugli appunti presi a lezione.

Quando i docenti consigliano un libro di testo, lo studente deve prendere questo come un consiglio, non un obbligo. Questo perché il temperamento dello studente non è generalmente lo stesso di quello del professore ed il libro consigliato può risultare oscuro, troppo teorico o, al contrario, pieno di casi particolari e lacunoso nella teoria. In tal caso lo studente è bene che vada a vedere in biblioteca se trova un testo più adatto al suo temperamento.

Non si deve temere di entrare in biblioteca e consultare diversi libri per poter scegliere quello più consono al proprio carattere. Vi sono studenti che non sanno neanche dove risiede la biblioteca del dipartimento o della facoltà o dell'Università!

Non si deve temere di consultare diversi libri per capire un argomento: “consultare” non vuol dire studiare i libri per intero!

### 3.2.4 Il ruolo della biblioteca

Quando cerchiamo un oggetto da acquistare, passiamo in rassegna le vetrine o gli scaffali dei negozi fino a quando non troviamo quello che ci piace. Quando andiamo a mangiare in un self-service esploriamo i piatti esposti per cercare quello che più ci aggrada.

Ebbene la biblioteca è la **dispensa dello spirito**. Nei libri sono presentate le nozioni che desideriamo “mangiare” per soddisfare la nostra “fame” di sapere. Chi ha una tale concezione dei libri prova una emozione particolare trovandosi in una biblioteca, anche solo per studiare nel silenzio, contornato da libri degli argomenti più disparati.

Vi sono persone che amano studiare nelle biblioteche. Io sono una di quelle, perché trovano una atmosfera che invita alla concentrazione e che attiva il pensiero. Chi ha una fede sa che in un luogo di culto, nel silenzio, si trova a suo agio perché sente l'animo che prende il sopravvento sul corpo: medita, riflette, si esamina, si ricarica di energie, prende decisioni, fa promesse.

La biblioteca assolve una analoga funzione: tutt'intorno, avvolto dal silenzio, aleggia lo spirito di innumerevoli persone che hanno messo nei loro libri il meglio di sé. Avverte il legame col passato, basta saper ascoltare! Il filosofo, matematico e fisico francese René Descartes, latinamente detto Cartesio, ha scritto [29, p. 31]

---

<sup>2</sup> Abbiamo messo in bibliografia un po' di libri di storia delle discipline scientifiche.

*“... la lettura di tutti i buoni libri è come una conversazione con i migliori uomini dei secoli passati che ne sono stati gli autori, anzi come una conversazione bene ordinata, in cui essi svelano solo il meglio dei loro pensieri; ...”*

### 3.2.5 In difesa del libro scientifico

Nelle scuole elementari i libri sono dati gratuitamente e quindi tutti gli allievi lo hanno. Non potrebbero altrimenti studiare e fare i compiti a casa. Nelle scuole medie il libro lo devono avere tutti sempre per poter studiare e fare i compiti a casa. Nelle scuole superiori è tradizione comperare i libri, per la stessa ragione.

All'Università le cose cambiano improvvisamente: gli studenti delle facoltà scientifiche, in generale, non comprano i libri.

A questo si aggiunge il fatto sconsiderato che gli studenti universitari fanno fotocopie di libri a tutto spiano. I risultati sono questi: gli editori rifiutano la pubblicazione di nuovi libri scientifici se non si assicura loro un minimo di vendite annue e, nel contempo, i prezzi dei libri scientifici continuano a crescere. Si tratta di un circolo vizioso: lo studente si lamenta del prezzo elevato dei libri e non li compra, l'editore alza il prezzo perché ne vende sempre meno e rifiuta la pubblicazione di nuovi libri.

Ne segue che il docente non è invogliato a fare libri e non trasforma in libro la dispensa che ha fatto la quale muore quando lui va in pensione.

## 3.3 Il ruolo di internet

Oggi abbiamo la possibilità di reperire materiale di studio da internet: vi sono docenti di svariate Università che mettono in rete le loro dispense a volte molto ben fatte, a volte no.

Si possono cercare gli argomenti che ci interessano usando il motore di ricerca Google. In particolare l'enciclopedia *on line* **Wikipedia** è particolarmente preziosa perché consente di accedere in modo interattivo alle diverse voci che compaiono in un testo. Per certi argomenti si trovano delle ottime presentazioni, ma non ritenete che il modo con il quale è presentata una nozione sia sempre il migliore. Se non lo trovate chiaro cercate la stessa nozione sui libri.

## 3.4 Scrivere per chiarirsi le idee

Quando si deve capire qualcosa o anche decidere come comportarsi in una situazione delicata, è bene scrivere, non soltanto pensare. Scrivendo le idee si organizzano, si confrontano e lentamente si chiariscono. Le nozioni più incerte vengono a galla mentre quelle più solidificate si depositano sul fondo. La scrittura impone un processo di filtrazione e di decantazione. È un ruolo simile a quello espresso dal detto (verissimo!) *“la notte porta consiglio.”*

In passato ho suggerito a due fidanzati che si vedevano tutti i giorni che era opportuno che si scrivessero qualche lettera. Non lo hanno fatto, fino a quando sono dovuti stare lontano per ragioni di lavoro: solo allora si sono scritti alcune lettere. E mi hanno detto, con mia grande soddisfazione, che il loro amo-

re era maturato molto attraverso le poche lettere che si erano scambiati. Erano diventati più consapevoli dell'impegno che si sarebbero presi sposandosi.

L'effetto benefico dello scrivere si vede anche al momento in cui si deve stendere una pubblicazione, un rapporto, un tesina, una tesi: i nodi dell'argomento trattato vengono al pettine, i concetti si riorganizzano, si manifestano chiaramente le premesse e le conclusioni. Insomma: scrivendo si organizzano le idee e si prendono decisioni più posate, proprio come l'effetto della notte che porta consiglio.

È questa la molla che spinge a fare gli appunti, a riscriverli riordinandoli. Lo sforzo di scrivere, correggere, riscrivere è molto produttivo, forza l'apprendimento e la riflessione.

## 3.5 Gli appunti

Non studiate solo dai vostri appunti: tenete gli appunti come traccia degli argomenti svolti dal professore, ma usate la dispensa o meglio, un libro. Quando non capite una nozione consultate un altro libro per vedere come là è spiegata.

Riordinate gli appunti, riscrivendoli. Il processo di riscrittura, meditato, lento, fatto con attenzione, è una parte integrante del processo di studio. In generale la scrittura, in questo caso la riscrittura, costituisce un momento molto importante nello studio. Infatti, richiede attenzione, confronti o organizzazione del materiale e suggerisce l'inserimento di osservazioni, di figure, di diagrammi. Fa scoprire lacune, pezzi saltati a causa della velocità del docente. Queste attività vanno tutte a favore della comprensione, invitano alla meditazione sull'argomento, focalizzano il pensiero, fanno aumentare lo scrupolo, fanno riflettere sulle condizioni di applicabilità, sulle affermazioni e forniscono la memorizzazione. Fra l'altro la riscrittura invita all'ordine, invita ad usare una bella calligrafia. Non avete idea di quanti studenti oggi scrivono con le famose... zampe di gallina! Quanti compiti d'esame e "provette" sono illeggibili!

È opportuno che gli appunti siano molto segmentati. Lasciate una o più righe vuote tra un periodo e l'altro. Questo faciliterà l'utilizzo della memoria visiva.

In luogo delle righe vuote si possono usare delle linee di separazione, ma le righe vuote sono più opportune, perché offrono spazi liberi per commenti o per mettere indicatori. Usate gli evidenziatori!

### 3.5.1 Come prendere gli appunti

È utile prendere gli appunti non solo quando si ascolta la lezione, ma anche durante lo studio su un libro. Gli appunti è bene che siano sintetici, ma non troppo, altrimenti al momento dello studio si fa fatica a comprenderli. Quando dovete scrivere degli enunciati, usate la tecnica di separare su righe diverse le frasi compiute, a mo' di poesia.

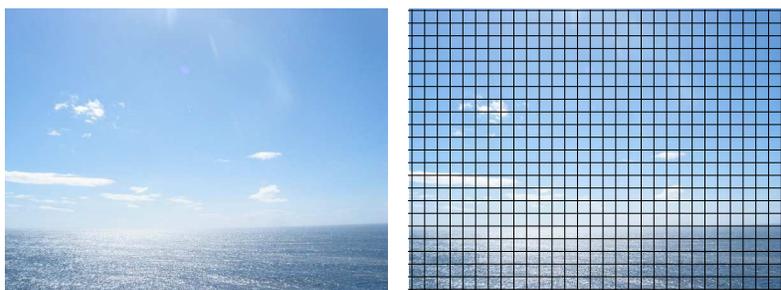
Ecco un esempio:

<b>principio dei lavori virtuali</b>	
Condizione <b>necessaria</b> e <b>sufficiente</b> per l' <b>equilibrio</b> di un <b>sistema</b> soggetto a vincoli <b>lisci</b> è che il lavoro delle forze <b>attive</b> per ogni spostamento <b>virtuale</b> sia nullo per spostamenti <b>reversibili</b> o non positivo per spostamenti <b>irreversibili</b> .	<b>deve</b> verificarsi <b>basta</b> che si verifichi <b>non</b> per il moto  <b>senza attrito</b> <b>non</b> quello delle reazioni <b>non</b> quello effettivo

La carta: è utile usare sempre carta di un medesimo formato. Io uso fogli di carta bianca formato UNI (21 x 29,7 cm): questo formato è comodo per eventuali fotocopie e perché vi sono raccoglitori e buste trasparenti del medesimo formato.

Gli appunti è bene che non riempiano l'intero foglio, ma che vi sia un bordo tutt'intorno sui quattro lati di almeno due centimetri (sul bordo di destra anche 3-4 cm).

Non uso carta quadrettata perché i quadretti diminuiscono la leggibilità: per me vedere uno scritto su una carta a quadretti è come vedere un panorama da dietro una rete metallica... Se inizialmente si fa difficoltà a scrivere diritto su un foglio bianco, si può tenere sotto, in trasparenza, un foglio a righe.



**Figura 3.2.** La carta a quadretti diminuisce la leggibilità...

In testa ad ogni pagina metto un titoletto, numero le pagine e scrivo su una sola facciata del foglio; il retro lo utilizzo per aggiunte, commenti, per fare dei calcoli al momento dello studio.

È bene completare gli appunti dopo le lezioni finché l'argomento è fresco e non aspettare il momento di studiare. Le cose non capite contrassegnatele con un punto di domanda sul margine del foglio.

Discutete con amici i punti non chiari, fatevi spiegare da qualcuno che ha capito, meglio ancora, chiedete al professore durante o dopo la lezione.

C'è chi preferisce usare un quaderno unico piuttosto che i fogli staccati: io preferisco i fogli staccati perché mi consentono di riordinarli nel modo più conveniente al momento dello studio. Se si usano quaderni è bene lasciare pagine bianche per le lezioni perse in modo da poterle completare: il problema non sussiste se si usano fogli staccati.

Ricordate che un buon libro vale più di mille appunti! Tra gli appunti e il libro c'è la stessa differenza che passa tra lo schizzo ed il disegno. Se trovate che un libro chiaro, vi consiglio di

acquistarlo: fatevi una piccola biblioteca in casa, sarà un patrimonio tutto vostro che crescerà col tempo, soprattutto dopo la laurea.

Nel caso in cui riportiate negli appunti qualche frase raccolta da un libro, ricordatevi di riportare la citazione. Esse devono essere precise e complete: questo fa risparmiare tempo al momento della ricerca. Io abbrevio le citazioni scrivendo solo il nome dell'autore, addirittura una sigla: ad esempio *So 135* che sta per *Sommerfeld, pagina 135*. Raccolgo in un foglio finale l'indicazione completa del libro preceduto dalla sigla. Aggiungo anche dove si trova il libro: se si trova in una biblioteca indico quale e metto anche la sua collocazione. Mi è facile, al bisogno, andare a prenderlo in biblioteca per consultarlo o prenderlo a prestito. Nella bibliografia scrivo:

*So, Sommerfeld A., Lezioni di fisica teorica, v. I, Meccanica, Sansoni, 1949 (biblioteca centrale, Coll. IA 65)*

### 3.5.2 Come evidenziare

Alcuni genitori ritengono che non si devono sporcare i libri facendovi sopra dei segni. Ma a chi deve servire un libro se non, in primo luogo, a chi lo deve studiare? Forse non lo si deve sporcare perché i fratellini o i nostri figli potrebbero usarlo a loro volta come libro di studio? A parte il fatto che oggi l'evoluzione del libro è così rapida che i figli avranno a disposizione libri tipograficamente più belli di quelli dei padri, rimane il fatto che se un fratello minore si trova fra le mani un libro ben segnato, colorato, corredato di esclamazioni e di commenti si troverà facilitato nello studiarlo.



**Figura 3.3.** Un semplice segnalibro che non rovina le pagine e non sfugge facilmente.

Per evidenziare un frase si possono attaccare sul margine della pagina degli indicatori, ad esempio dei bollini rossi autoadesivi o delle linguette che sporgono dal foglio. Un segnalibro può essere fatto con un sottile cartoncino nel quale, con una lametta, sono state fatte due incisioni a forma di V. Per indicare un pezzo interessante si possono tracciare sul margine bianco delle linee verticali, fare punti esclamativi o interrogativi.

Una pagina ben segnata è vissuta e si localizza facilmente in sede di ripasso.

Per molti studenti è spontaneo sottolineare le frasi più significative. Spesso vengono sottolineati interi brani o addirittura intere pagine!

Mentre la sottolineatura di una frase può effettivamente metterla in evidenza, la sottolineatura di interi paragrafi uccide lo spazio tipografico fra le righe e quindi omogeneizza il testo:

il risultato è che si sortisce l'effetto opposto a quello che si voleva ottenere, che era quello di evidenziare!

Per convincersi che la sottolineatura integrale di una pagina o anche di un lungo brano, è controproducente fate questo esperimento: fate la fotocopia di una pagina di un libro e sulla fotocopia sottolineate intere righe o tutta la pagina. Quindi confrontate l'originale con la fotocopia sottolineata: quale è più leggibile? Si veda la figura 3.4.

Chi fa il mestiere del grafico o del pubblicitario, sa che il bianco tipografico ha il potere di mettere in evidenza lo scritto. L'interlinea è indispensabile per la lettura, come lo è lo spazio tra una parola e la successiva, come la pausa tra le note in un brano musicale. Avete mai visto su un giornale una intera pagina bianca che riporta una scritta in piccolo verso il fondo? Il lettore rimane sconcertato di fronte ad una pagina bianca, perché è inusuale e va a cercare se c'è una scritta. Così facendo, la frase gli rimane più impressa perché l'ha espressamente cercata e ... l'effetto pubblicitario è ottenuto!

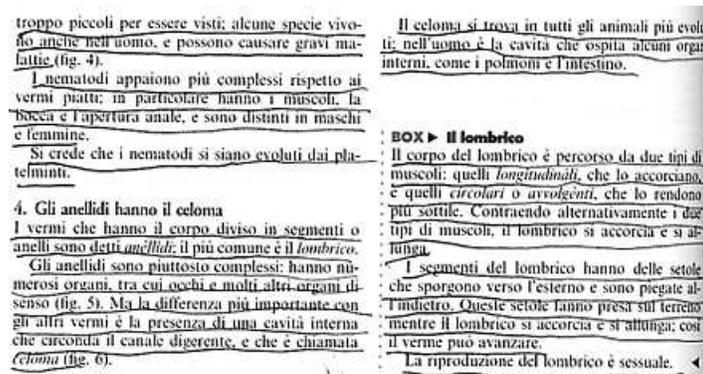


Figura 3.4. Ecco un esempio di sottolineatura: il testo è ora più leggibile?

È più efficace fare un riquadro colorato attorno ad una formula o un pallino rosso fuori margine, come indicato in figura 3.5

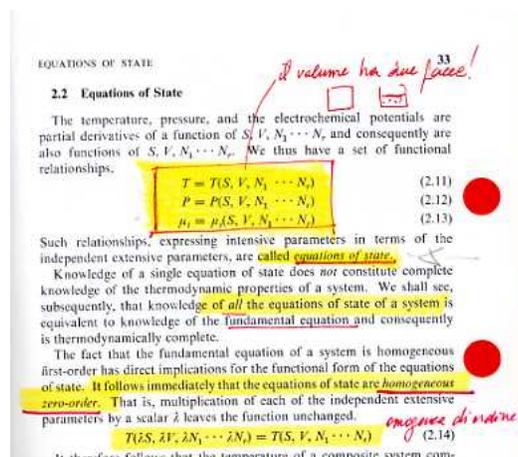


Figura 3.5. Non dimenticarsi che la Natura è a colori...

Invece di sottolineare è meglio usare l'evidenziatore. È bene usare il giallo per distinguere parole o frasi particolari o un altro colore chiaro. Se si vogliono evidenziare parole che hanno un ruolo particolare, si possono evidenziare con uno stesso colore: in questo modo, sfogliando il libro (o la dispensa o gli appunti) si ritrovano facilmente i pezzi dove sono trattati gli stessi argomenti. Anche operando in questo modo si consiglia di non evidenziare intere pagine o interi paragrafi, bensì solo le parole o le frasi salienti.

### 3.5.3 Fare un dizionario dei termini

Durante lo studio è molto utile raccogliere le definizioni dei termini di una disciplina in forma di piccolo dizionario, da mettere all'inizio o in fondo agli appunti. La costruzione di un piccolo dizionario implica la ricerca delle definizioni sui libri e questo è utilissimo per lo studio perché favorisce l'assimilazione di una nozione e quindi si imprime in modo indelebile nel patrimonio culturale di chi studia (incidentalmente è utilissimo anche per l'esame). Ecco un esempio:

**derivata di una funzione (matematica)** è il limite del rapporto fra l'incremento di una funzione e l'incremento della variabile indipendente, quando quest'ultimo tende a zero.

**frequenze naturali (fisica)** di un sistema vibrante: sono quelle frequenze per le quali il sistema vibra, mantenendo tutti i suoi punti in concordanza di fase, vale a dire nella oscillazione essi raggiungono simultaneamente le posizioni estreme. [vedi modi normali].

**risonanza (fisica)** quando un sistema vibrante viene eccitato da una sorgente con una frequenza uguale ad una delle frequenze proprie del sistema, l'ampiezza della oscillazione cresce raggiungendo un massimo. In questo caso si dice che si ha *risonanza*.

**cerchio osculatore (geometria)** ad una linea in un punto: è il cerchio limite di una successione di cerchi passanti per tre punti della curva quando i tre punti tendono al punto considerato.

**equilibrio stabile (meccanica)** una configurazione di equilibrio di un sistema meccanico si dice *stabile* quando, allontanando il sistema da quella posizione di equilibrio esso tende spontaneamente a ritornarvi.

**sistema aperto (termodinamica)** è un sistema che può scambiare sia energia (calore e lavoro) che materia con l'esterno.

**sistema chiuso (termodinamica)** è un sistema che non scambia materia con l'esterno.

**sistema adiabatico (termodinamica)** è un sistema che non scambia calore con l'esterno.

**sistema isolato (termodinamica)** è un sistema che non scambia né energia né materia con l'esterno.

## 3.6 I riassunti

Il fatto di dover riassumere un argomento, costringe ad individuare i fatti salienti, quei concetti che non possono essere omessi. Bisogna immaginare di rispondere alle domande che ci possono essere rivolte, come avviene all'esame.

È bene abituarsi a fare riassunti, a fare esposizioni sintetiche ed efficaci. Questa abitudine servirà anche nella professione, quando si dovranno fare relazioni o esporre i risultati di un incontro. L'abitudine a fare riassunti durante lo studio aiuta a fare le sintesi, a compattare le informazioni, a cogliere il nocciolo di un discorso. A questo scopo è bene cercare di sintetizzare l'argomento con frasi brevi ed incisive. Questo processo favorisce la comprensione ed aiuta la memorizzazione.

### 3.6.1 Gli schemi

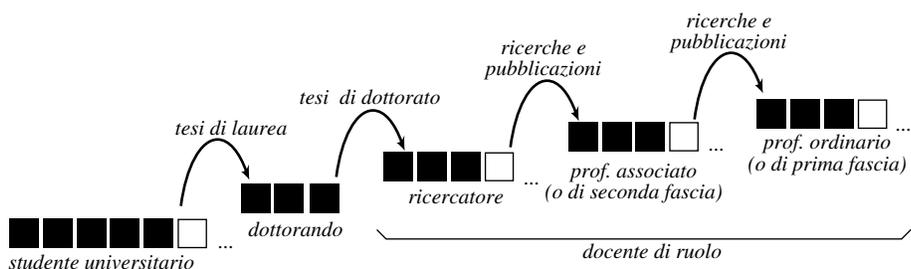
Uno schema è costituito dalla disposizione di immagini, siano esse scritte o simboli o figure, su un foglio di carta in modo tale che la loro collocazione consenta di cogliere a colpo d'occhio le relazioni che legano gli oggetti fra loro o il mutuo rapporto di dipendenza. Le relazioni sono rappresentate da linee che congiungono i diversi oggetti rappresentati. Esempi di schemi sono gli alberi genealogici, gli organigrammi di aziende o di associazioni, i diagrammi di flusso usati nella programmazione con l'elaboratore.

L'efficacia di uno schema sta nella capacità di condensare molte informazioni in poco spazio.

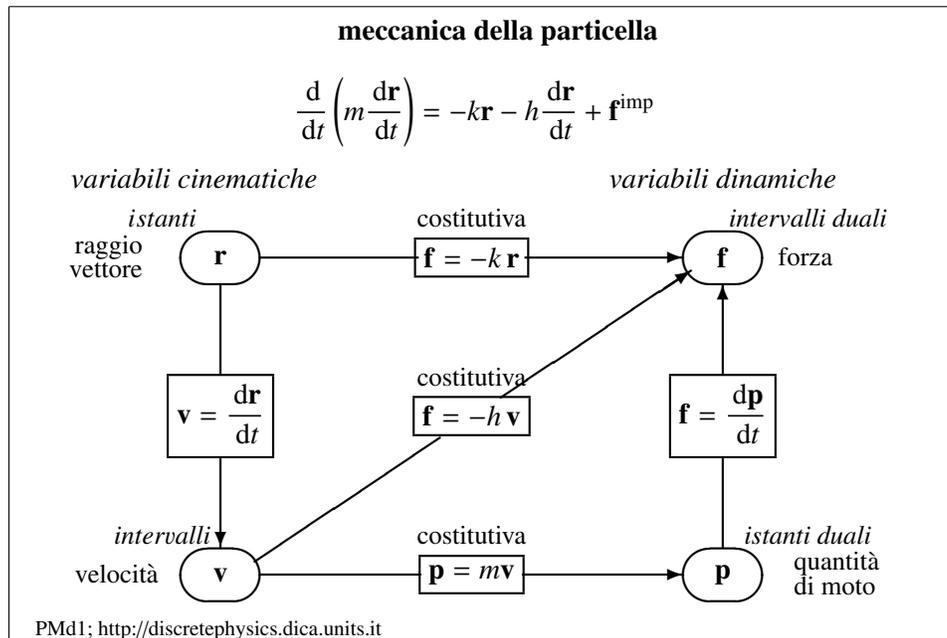
Le scritte è bene che siano sintetiche e poste entro riquadri.

Nello studio gli schemi hanno un notevole valore formativo in quanto riassumono in modo efficace le nozioni principali di una materia. Già il fatto di dover creare uno schema costituisce un atto di studio in quanto comporta lo sforzo di individuare i concetti di base e i loro mutui rapporti. Uno schema è essenzialmente un riassunto e la capacità di fare schemi coincide, in buona parte, con la capacità di fare riassunti. La creazione di uno schema esige una propensione all'ordine e al disegno.

Le figure che seguono mostrano alcuni tipi di schemi. La figura 3.6 mostra la progressione di carriera di un professore universitario: ogni quadratino è un anno. Si passa da una posizione all'altra mediante concorso.



**Figura 3.6.** La carriera universitaria.



### 3.6.2 I cartelli murali

Per fissare i concetti importanti o le principali formule di una teoria, si possono fare dei cartelli murali e tenerli appesi ad una parete nella stanza dove si studia.

I cartelli murali, riproponendo scritte, formule, schemi o ogni volta che si getta loro uno sguardo, utilizzano la memoria visiva per fissare nella mente delle nozioni. È lo stesso espediente utilizzato dai manifesti pubblicitari.

Affinché siano efficaci, è bene che contengano frasi brevi, enunciati lapidari, sotto forma di sentenze, non troppe formule, mai intere dimostrazioni.

Io tengo sulla parete di fronte alla scrivania un foglio nel quale sono riportate queste raccomandazioni:

concentra!  
 raccogli!  
 escludi!  
 elimina!  
 concludi!

Come potete vedere ... non sono uno studente modello!

### 3.6.3 Gli esami

È curioso che lo studente dica più spesso “sto preparando l’esame” che non “sto studiando la materia”. Evidentemente dà più importanza al superamento dell’esame che all’apprendimento della materia.

Spesso lo studente bravo va all'esame convinto che prenderà un voto alto, quando non addirittura la lode. Quello che suggerisco è di non aspettarsi automaticamente un voto alto per non rimanere delusi se non lo si è raggiunto.

E' sacrosanto avere l'amor proprio e desiderare un bel voto: se l'esame non sortisse la valutazione desiderata è lecito ed opportuno chiedere di poterlo rifare. In generale un docente apprezza una simile richiesta, purtroppo rara!

### 3.6.4 Il voto di laurea

Oggi molti studenti con media alta si struggono all'idea di non raggiungere la lode alla laurea: sembra che il loro avvenire possa essere condizionato dalla lode! Niente di più falso. Il loro avvenire dipende dalla passione con la quale eserciteranno il loro lavoro, dalla competenza che avranno acquisito, dal senso di responsabilità che metteranno nel lavoro e da altre qualità. Nessuno chiede ad un dirigente arrivato quale è stato il suo voto di laurea.

### 3.6.5 Una storia ... esemplare

Ho un caro amico che, per aver fatto il liceo artistico, poteva solo iscriversi ad architettura anche se era portato per la matematica e la fisica. Pur di non interrompere gli studi si iscrisse lo stesso ad architettura. Dopo aver fatto i primi esami di materie scientifiche prendendo buoni voti, arrivò al primo esame caratteristico della facoltà di architettura: *elementi costruttivi*. Non lo aveva preparato con voglia perché non gli piaceva. Il professore, una persona sboccata anche a lezione, vedendo i buoni voti sul libretto gli disse: "mi dispiace di sverginarle il libretto" e gli scrive su "riprovato". Bei tempi quelli!

Il mio caro amico incassò la lezione e si pose seriamente il problema del suo avvenire. A quei tempi, erano gli anni '50, con la maturità artistica non ci si poteva iscrivere alle facoltà scientifiche, come invece avviene oggi. Occorreva un diploma di maturità classica o scientifica. Decise allora di prepararsi alla maturità scientifica come privatista e, nel giro di un anno, vuoi perché riusciva abbastanza bene nelle materie scientifiche e maluccio in quelle letterarie, vuoi per la benevola comprensione dei docenti di queste ultime, la ottenne.

Finalmente poté iscriversi alla facoltà di matematica e fisica, un corso di studi che dopo di lui hanno abolito. Andò a fare il primo esame, *analisi matematica* e il professore gli chiese la dimostrazione di un teorema, ma lui non lo seppe dimostrare. Durante l'interrogazione il professore, fumatore accanito, tra una sigaretta e l'altra, ogni tanto gli diceva: "Lei non è uno scemo... " Dopo aver incassato alcune volte questo complimento, l'amico mio gli rispose: "guardi, professore io sono venuto a matematica per passione: se lei non ritiene che io sia preparato preferisco ritornare." Detto e fatto: il professore accettò e ... scrisse un bel 15 sul libretto! Era proprio così che si concludevano gli esami a quei tempi! Per giunta non si poteva rifare l'esame nella stessa sessione.

Questa volta l'amico non cambiò facoltà. Dopo qualche altro esame superato con buoni voti si presentò all'esame di *chimica*. Alla domanda se l'ammoniaca fosse un acido o una base rispose sicuro: "è un acido". Nella sua testa il fatto che l'ammoniaca avesse l'idrogeno gli

sembrò sufficiente per dire che fosse un acido. In fondo, pensò, tra  $NH_3$  e  $H_2SO_4$  c'è solo la diversa posizione dell'idrogeno... Conclusione. Altro 15 sul libretto! E due!

Occorre dire, per completezza, che la professoressa di chimica era uno splendore di donna e l'amico durante le lezioni la contemplava estasiato senza pensare a studiare la materia che non gli piaceva.

Gli studi proseguirono: altri esami andarono bene, qualche 30 e lode e poi l'amico arrivò all'esame di *meccanica razionale*. Aveva studiato la materia su un libro diverso da quello consigliato dal docente, il Goldstein invece del Finzi. Alla richiesta di una certa dimostrazione ne esibì una che il professore non conosceva. "Non usciamo dal seminato" gli disse il professore. Ma l'esame andò male perché aveva molte lacune nella preparazione: altro 15 sul libretto. E tre!

Arrivò all'ultimo esame prima della laurea. La materia, *logica matematica*, non gli piaceva per niente e, in più, aveva fretta di laurearsi per sposarsi. L'ultimo esame si concluse con un misero 18. Si laureò con il voto di 108 su 110. Niente massimo dei voti, niente lode.

Quel mio caro amico è diventato professore ordinario di meccanica razionale, proprio di una materia nella quale, la prima volta, all'esame aveva preso 15! Ha insegnato con passione fino alla sua andata fuori ruolo, ha anche pubblicato qualche libro. E vi dico anche il nome: si chiama Enzo Tonti, l'autore di questo libretto...

Questa confessione pubblica vuole far capire agli studenti bravi che non è la laurea col massimo dei voti a determinare la carriera di un laureato, ma sono altre qualità: prime fra tutte la passione per una disciplina, la voglia di capire e la voglia di studiare per capire.

## 3.7 Gli ingredienti delle materie scientifiche

### 3.7.1 I teoremi

Cosa è un teorema? È l'affermazione della validità di una proprietà quando siano verificate certe condizioni.

Si parte dall'ammettere certe condizioni, che costituiscono le **ipotesi** e, attraverso una serie di passaggi logici, costituenti la **dimostrazione**, si deduce la validità di una affermazione, la **tesi**.

In sintesi potremo dire che la dimostrazione è un viaggio ben organizzato tra una ipotesi ed una tesi. Il viaggio è fatto a bordo di un veicolo che si chiama "ragione" e, per questo, viene chiamato *ragionamento*.

Un teorema talvolta si basa su una proposizione precedente che viene richiamata senza essere dimostrata e questo non perché sia evidente, nel qual caso si chiamerebbe **assioma**, ma perché la sua dimostrazione appare non necessaria e si dà per conosciuta. Questa proposizione preliminare sulla quale appoggia il teorema si chiama **lemma**.

Dal teorema possono talvolta dedursi immediatamente delle proposizioni, altrettanti teoremi, che hanno una posizione analoga ai petali di un fiore che ne costituiscono la corolla: donde il nome di **corollari**.

Teniamo presente che c'è una differenza tra il termine **prova** e il termine **dimostrazione**,

anche se questa distinzione non è spesso rispettata nel linguaggio comune.

Se prendo un triangolo rettangolo e misuro le lunghezze dei cateti e quella dell'ipotenusa, posso constatare che vale la proprietà seguente: la somma dei quadrati delle lunghezze dei cateti è uguale al quadrato della lunghezza dell'ipotenusa. Questa è una constatazione sperimentale, valida per quel determinato triangolo rettangolo. Se constato che questa uguaglianza ha luogo per molti triangoli rettangoli, si presenta spontanea la domanda: “Sarà vero per **tutti** i triangoli rettangoli?”. Ecco arrivare il **teorema** di Pitagora. Questo ci convince che per *qualunque* triangolo rettangolo sussiste questa uguaglianza. Il teorema mette fine ad una serie di constatazioni sperimentali e quindi a numerose prove. Ci dice che quella regola è sempre valida... purché siano rispettate certe ipotesi!

Quindi la *prova* è sperimentale, vale solo per i casi esaminati mentre la *dimostrazione* è teorica, vale per tutti i possibili casi di una certa categoria.

Il valore di una dimostrazione sta nel far vedere come le affermazioni che costituiscono la tesi siano conseguenze logiche delle *condizioni* contenute nella ipotesi. Queste diventano le **condizioni di validità** del teorema.

In ogni dimostrazione vi è una parte mnemonica, che si può suddividere in due fasi distinte. La prima consiste nel memorizzare le *condizioni* contenute nelle ipotesi e la seconda consiste nel memorizzare *l'ordine* con il quale si devono eseguire le operazioni logiche contenute nella dimostrazione e *l'ordine* con cui devono essere coinvolte le condizioni della ipotesi.

La dimostrazione ci costringe ad essere logici, consequenziali, allena al ragionamento, come l'esercizio fisico allena il corpo.

La deduzione logica che collega le ipotesi alla tesi (la dimostrazione) fa vedere come le affermazioni contenute nella tesi, siano conseguenza delle ipotesi.

### 3.7.2 Le formule

Nelle materie scientifiche, quali la matematica, la geometria, la meccanica, la fisica e nelle materie tecniche, quali l'idrodinamica, la scienza delle costruzioni, l'elettrotecnica, e così via, ci sono le formule, a volte tante formule, troppe formule!

Al contrario nelle facoltà di lettere, di giurisprudenza, di medicina, nei corsi di fisiologia, di patologia, di botanica, di diritto non ci sono formule.

E allora perché nelle scienze fisiche, matematiche e nell'ingegneria ci sono le formule? Perché le lavagne rigurgitano di formule, di tabelle, di grafici? Ci avete mai pensato?

Ecco la risposta: nelle scienze fisiche e tecniche gli attributi di un sistema sono per lo più **quantitativi** e non solo qualitativi. Con gli attributi quantitativi vengono introdotte le **grandezze fisiche** costituite da:

1. una **specie** (temperatura, forza, massa, ecc.)
2. una **unità di misura** (grado centigrado, metro al secondo, kilogrammo, ecc.)
3. uno o più **numeri razionali** (3,14159; 0,008; 128, ecc.).

Ecco comparire i **numeri**!

Le leggi fisiche sono espresse da relazioni fra grandezze fisiche: ecco nascere le equazioni e quindi le **formule**.

Negli appunti, a causa della fretta nel prenderli durante la lezione, siamo portati a scrivere soprattutto le formule: ai concetti si dà meno rilievo, pensando di averli afferrati e non li riportiamo. E invece i concetti sono più importanti delle formule! Tenete sempre presente questa verità:<sup>3</sup>

### **In un mare di formule c'è il naufragio dei concetti!**



**Figura 3.7.** In un mare di formule c'è il naufragio dei concetti...

A tal proposito, quando si deve scegliere un libro, un consiglio è quello di prediligere quelli che hanno molto testo, più testo che formule.

*Le formule sono come il vino:*

*in quantità moderata produce euforia, dà vigore e allietta la vita;*

*in quantità eccessiva produce ubriacatura e immiserisce la persona.*

Prima di applicare una formula, che ha delle condizioni di applicabilità, chiediamoci: “*In questo problema sono verificate queste condizioni?*”

Non memorizzate le formule: devono diventare familiari a forza di usarle. Se le formule fondamentali non si ricordano a memoria, vuol dire che le abbiamo usate poco! Il docente all'esame si rende conto che abbiamo fatto pochi esercizi anche dal fatto che non sappiamo ... il momento d'inerzia di un'asta ripetto al suo baricentro!

Non dimenticare che le formule rispondono a delle domande: non devono trovarsi all'inizio, ma alla fine di un discorso.

Quando, nel fare esercizi, ci accorgiamo che un pezzo che abbiamo scritto è sbagliato, ad esempio una parte di un calcolo, un enunciato, un processo risolutivo o altro, racchiudiamolo entro una linea e tracciamo qualche linea diagonale per indicare che è annullato. Nella scrittura delle formule spesso ci si accorge che un segno “+” deve essere cambiato in “-”. Invece di sovrapporre il segno “-”, che è causa di errori nella rilettura della formula, segnare la correzione in modo vistoso, con un commento fuori margine, magari con un punto esclamativo o di un colore acceso, può esserci d'aiuto.

---

<sup>3</sup> Si veda Tonti [41].

### 3.7.3 I diversi tipi di equazioni

Un'equazione è l'uguaglianza tra due espressioni, siano esse di tipo algebrico o differenziale. Ebbene *le equazioni non sono tutte uguali!*

Si possono distinguere almeno quattro tipi di equazioni e la loro distinzione facilita lo studio e lo facilita di molto!

Ecco i principali tipi:

**equazione di definizione:** è una uguaglianza che *introduce una nuova grandezza* esprimendola in termini di grandezze note. Per contrassegnare le equazioni di definizione si usa il simbolo  $\stackrel{\text{def}}{=}$  o pure il simbolo  $:=$  o anche il simbolo  $\triangleq$ .

Esempi: l'equazione  $W \stackrel{\text{def}}{=} \mathbf{f} \cdot \mathbf{s}$  definisce il lavoro  $W$ , come prodotto scalare tra la forza  $\mathbf{F}$  e lo spostamento  $\mathbf{s}$ ; l'equazione  $\sinh(x) \stackrel{\text{def}}{=} \frac{\exp(x) - \exp(-x)}{2}$  definisce il seno iperbolico; l'equazione  $L = T - V$  definisce la funzione di Lagrange  $L$  come differenza fra l'energia cinetica  $T$  e l'energia potenziale  $V$  di un sistema meccanico.

**legge:** è una uguaglianza che esprime una *legge fisica*. Per contrassegnare una legge si usa il simbolo  $\stackrel{\text{law}}{=}$  o anche  $\stackrel{\text{lex}}{=}$ .

Esempi: la legge di Ohm  $V \stackrel{\text{law}}{=} RI$ ; la legge  $pV \stackrel{\text{law}}{=} nRT$  dei gas perfetti; la legge di conservazione della massa  $\partial_t \rho + \text{div}(\rho \mathbf{v}) \stackrel{\text{law}}{=} 0$ .

**identità:** è una uguaglianza valida per *qualsunque valore* dato alle variabili che vi compaiono. Per contrassegnare le identità si usa il simbolo  $\equiv$ .

Esempi: l'identità algebrica  $(a+b)(a-b) \equiv a^2 - b^2$ ; l'identità trigonometrica  $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$ ; l'identità  $\ln(\exp(x)) \equiv x$  essendo "ln" il logaritmo naturale.

**equazione (in senso stretto):** è una uguaglianza valida solo per *alcuni valori* delle variabili, nel caso di equazioni algebrica, trigonometrica, trascendente o per *alcune funzioni* nel caso di equazione differenziale, integrale. Le variabili o le funzioni che vi compaiono, sono *incognite* e occorre trovarle mediante un apposito procedimento risolutivo. Questo comporta la *risoluzione dell'equazione*. Appare chiaro che una equazione di definizione o una identità o una legge, non devono essere risolte.

Esempi: l'equazione algebrica  $x^2 - 5x + 6 = 0$  vale solamente per  $x = 2$  e  $x = 3$  e questi numeri si chiamano *soluzioni* dell'equazione. Così l'equazione differenziale  $y'(x) = y(x)$  vale solo per la funzione esponenziale  $y = A \exp(x)$  che si chiama *soluzione* dell'equazione.

È bene arricchire il segno di uguaglianza almeno nelle formule primitive di una trattazione: non è però possibile mantenere tale distinzione in tutte le formule in quanto queste si mescolano in vario modo mediante combinazioni, sostituzioni, elaborazioni di formule primitive.

### 3.7.4 Le condizioni di validità

Ogni affermazione vale sotto certe condizioni ovvero ha delle condizioni di validità. Quindi è bene corredare ogni formula che esprima una legge o un teorema, con una serie di precisazioni riguardanti il significato dei simboli e le sue condizioni di validità.

**Esempio 1.** La conservazione dell'energia in un sistema fisico presuppone che i vincoli siano fissi, non dissipativi, e che le forze siano conservative. Questo si può scrivere nel modo seguente:

$$\begin{array}{lll}
 T = \text{energia cinetica} & & \text{vincoli fissi} \\
 V = \text{energia potenziale} & \boxed{T+V=E} & \text{vincoli non dissipativi} \\
 E = \text{energia totale} & & \text{forze conservative}
 \end{array} \quad (3.1)$$

**Esempio 2.** La distribuzione delle velocità nei diversi punti di un corpo rigido è data da una formula che conviene scrivere così:

$$\begin{array}{lll}
 \mathbf{v}_P = \text{velocità del punto } P & & \\
 \mathbf{v}_Q = \text{velocità del punto } Q & \boxed{\mathbf{v}_P = \mathbf{v}_Q + \boldsymbol{\omega} \times (P - Q)} & \text{corpo rigido} \\
 \boldsymbol{\omega} = \text{velocità angolare} & & 
 \end{array} \quad (3.2)$$

Questo modo di scrivere le formule più importanti è paragonabile a quello in uso nelle medicine: si indicano la **composizione** del farmaco, le **indicazioni** e le **controindicazioni**. Il parallelo consiste nell'indicare il significato dei simboli (= composizione) e le condizioni di validità (= indicazioni).

Per l'uso delle medicine è fondamentale la regola: *leggere attentamente le avvertenze*. Per l'uso delle formule vale una regola analoga:

### **leggere attentamente le condizioni di validità.**

L'applicazione errata di una formula può dare origine a gravi errori. Per questo è conveniente che negli appunti siano messi in evidenza le condizioni di validità e le controindicazioni, come nelle medicine.

Una domanda frequente agli esami è: *“Quando si può applicare questa formula?”*. Generalmente lo studente rimane interdetto e talvolta risponde in modo errato, segno che durante lo studio non ha dato peso alle condizioni di validità. Eppure questa è una domanda di assoluta importanza. Pensate ad un medico che non sappia rispondere alla domanda: *“Quando non si deve prescrivere un coagulante?”* oppure *“Quali alimenti sono proibiti ad un diabetico?”*

Abituatevi a dichiarare esplicitamente le condizioni di validità di ogni affermazione, di ogni teorema e di ogni proposizione.

### **3.7.5 Il ruolo dei contro-esempi**

Ogni nozione si imprime bene nella mente se è applicata ad alcuni esempi significativi. Appena una nozione è stata introdotta, cercate subito alcuni esempi che la utilizzano: questo aiuta a fissarla. Il potere degli esempi è enorme, anche nella vita di una persona. Si dice spesso: *“Ho avuto l'esempio di mio padre”* o anche *“Il suo comportamento è da tenere come esempio”*.

I contro-esempi servono a mettere in guardia da una certa faciloneria nell'applicare un teorema o un procedimento risolutivo. Servono a giustificare le condizioni di validità di un procedimento, di un teorema, di una affermazione. I contro-esempi hanno anche il merito di evitare che l'apprendimento sia puramente mnemonico.

DUE CONTRO-ESEMPLI. Facciamo riferimento alla figura (Fig. 3.8).

a) Due forze opposte e allineate sono applicate agli estremi di due aste incernierate fra loro. Poiché la loro risultante ed il loro momento è nullo, dovrebbero stare in equilibrio: perché non è così?

b) Su un piano inclinato liscio un dado non può stare in equilibrio. Eppure il lavoro virtuale del peso per lo spostamento, indicato in figura, è nullo:  $\delta w^* = 0$ . Come mai non sta in equilibrio?

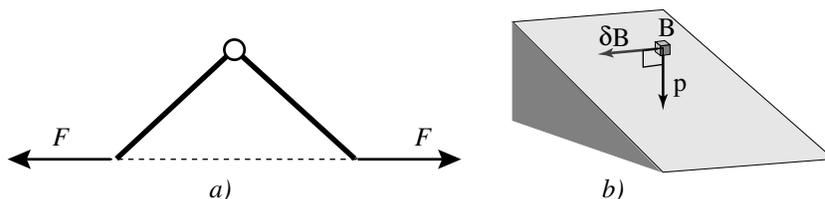


Figura 3.8. Due quiz che svolgono il ruolo di contro-esempi.

### 3.7.6 Grafici e diagrammi

Quando si deve tracciare un grafico, usando due assi cartesiani, è essenziale indicare chiaramente sui due assi quali sono le grandezze rappresentate, cosa che alcuni non fanno. Subito dopo aver disegnato gli assi, prima di tracciare il grafico, mettere sugli assi le indicazioni delle grandezze rappresentate indicando anche le unità di misura usate, come riportato in Fig.(3.9).

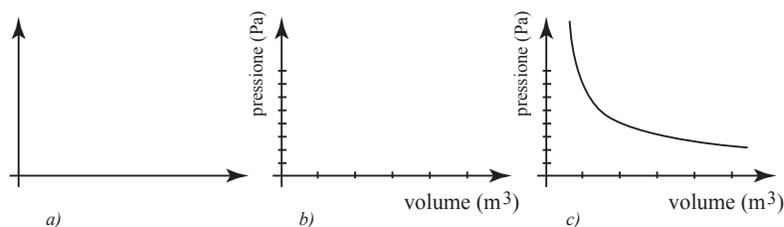


Figura 3.9. Le tre fasi del tracciamento di un diagramma: a) tracciare i due assi; b) indicare le grandezze sugli assi indicando le unità di misura; c) tracciare il diagramma.

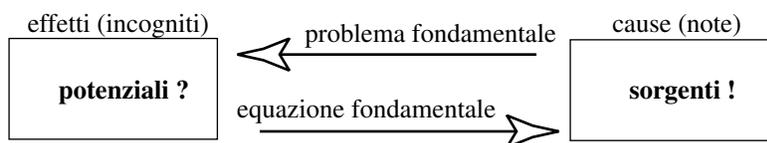
Corredate il grafico con scritte per indicare i fatti salienti. Se è riportato da un libro o da una pubblicazione, mettete le referenze: chi lo leggerà (voi stessi in altre occasioni) saprà dove andare a vedere la giustificazione o a prelevare altri dati.

### 3.7.7 Definire il problema fondamentale

In ogni teoria esiste un problema fondamentale: questo è il problema che lega le cause con gli effetti. Così in meccanica il problema fondamentale è quello di determinare il moto di un corpo (effetto) una volta assegnate le forze (cause). Analogamente in un campo fisico il problema fondamentale è quello di trovare il potenziale del campo (effetto) una volta assegnate le sorgenti (cause).

La figura 3.10 mostra gli elementi che descrivono un campo fisico. Il problema fondamentale di un campo consiste in ciò: data la sorgente del campo determinare il potenziale del

campo. Il legame tra le variabili che descrivono le sorgenti e quelle che descrivono il potenziale è espresso da una equazione che si chiama **equazione fondamentale**.<sup>4</sup>



**Figura 3.10.** Il tipico problema fondamentale di un campo fisico.

### 3.7.8 Definire le grandezze

Sovente le grandezze fisiche sono introdotte alla chetichella, senza una esplicita definizione. È invece molto importante che di ogni nuova grandezza sia data una definizione chiara, che ne indichi la funzione che deve svolgere, l'unità di misura nel Sistema Internazionale e le sue dimensioni fisiche.

È bene mettere le definizioni entro un riquadro o, in alternativa, raccoglierle in fondo al quaderno degli appunti in modo da poterle consultare facilmente come si fa con un dizionario.

La mancanza di una definizione esplicita ostacola la comprensione delle formule e rende incerto l'utilizzo della grandezza nelle applicazioni. Un esempio: tutti i libri di fisica utilizzano l'energia potenziale, ma pochissimi libri ne danno la definizione esplicita. Ecco una definizione:

**DEFINIZIONE** Si chiama **energia potenziale** di un sistema fisico il lavoro che occorre fornire dall'esterno al sistema per portarlo da una configurazione di riferimento alla configurazione attuale. Si intende che questo lavoro deve essere computato al netto di tutte le dissipazioni e concependo il caricamento del sistema come una successione di stati di equilibrio, in modo da evitare di fornire al sistema energia cinetica.

L'energia potenziale è indicata con  $V$ , le sue dimensioni sono quelle stesse del lavoro, cioè  $ML^2T^{-2}$  e l'unità di misura nel sistema internazionale è lo joule (J).

### 3.7.9 Gli esercizi

La risoluzione degli esercizi serve da un lato a capire la teoria, dall'altro a mettere in evidenza ciò che *si credeva* di aver capito della teoria.

Se la materia è applicativa, la risoluzione dei problemi in sé costituisce lo scopo per cui si studia la teoria, poiché questi costituiscono schematizzazioni di problemi reali.

Mentre nella vita e nella professione è spesso importante ottenere un risultato in qualunque il modo

**nell'apprendere non è importante ottenere il risultato *in qualunque modo*,  
ma è importante il *modo* con cui ottenere il risultato.**

<sup>4</sup> Si veda il libro Tonti-Nuzzo [42].

Questo comporta dare più importanza al metodo che al risultato.

Prima di affrontare un problema occorre leggere attentamente il testo e mettere in evidenza quali sono i dati e quali sono le incognite.

Una volta chiarito questo, ci si deve porre la domanda:

- *quali metodi ho per risolverlo?*
- *fra questi metodi qual'è il più conveniente?*

Il consiglio seguente permette di fare la minor fatica con il maggior profitto: prima di fare gli esercizi di un certo tipo studiare la teoria corrispondente.

### **Fate gli esercizi con il libro di testo aperto davanti!**

La triste abitudine di imparare una materia cercando di risolvere gli esercizi senza aver prima studiato la teoria, si risolve in una incredibile perdita di tempo e, non ultimo, tradisce lo scopo per cui si fanno gli esercizi che è quello di vivificare, comprendere e fissare i concetti della teoria. Questo al fine di poterla applicare quando se ne presenta l'occasione.

La ragione per la quale un professore non concede che si faccia lo scritto in un appello e l'orale nell'appello successivo, sta generalmente nel fatto che non vuole invitare gli studenti a prepararsi a svolgere lo scritto senza aver studiato contemporaneamente l'orale.

Non fate gli esercizi applicando meccanicamente le formule, ma cogliere l'occasione dell'esercizio per chiarire il procedimento, per impararne le condizioni di applicabilità. Ricordate che ogni formula o ogni procedimento risolutivo, si può applicare sotto certe condizioni: *se non si conoscono le condizioni è bene non applicare la formula.*

Porsi ogni volta la domanda: *“Questa formula si può applicare?”*, *“È opportuno seguire questo procedimento?”*.

### **È meglio fare un esercizio in più modi diversi che diversi esercizi nello stesso modo.**

Lo scopo che si vuole raggiungere con esercizi risolti in modi differenti, è di offrire allo studente un metodo sistematico per affrontare gli esercizi, che tolga quel senso di smarrimento che ogni studente prova davanti ad un problema nuovo.

Diciamo subito che, per eliminare questa sensazione di sconforto tanto comune e acquistare sicurezza, disinvoltura e confidenza con un nuovo problema occorre fare pochi esercizi ben scelti, purché questi siano sviscerati in tutti i loro aspetti.

Si deve risolvere uno stesso esercizio con diversi procedimenti che devono essere confrontati criticamente: *“Quale è il procedimento più conveniente?”*, *“Quello più rapido?”*. In questo modo, confrontando i risultati ottenuti con procedimenti diversi, si ha il vantaggio di poter fare una verifica della esattezza del risultato.

Una norma preziosa è la seguente:

**se non si è capaci di risolvere un esercizio  
farne uno più semplice dello stesso tipo.**

In altre parole, semplificare il problema, togliendo qualche condizione che ci causa difficoltà. Solo dopo aver risolto il problema più semplice, tornare a quello originario. In ogni caso è bene scrivere poco e pensare molto. Fermarsi ogni tanto a guardare il procedimento usato ed esaminarlo criticamente. Familiarizzare con l'esercizio prima di passare a risolverlo. Leggere e rileggere attentamente il testo, eventualmente sottolineando i punti salienti. Non aver fretta di risolverlo, non buttarsi nei calcoli. Mantenere sempre la supervisione di ciò che si sta facendo. Esaminare i procedimenti possibili e scegliere fra quelli possibili il più opportuno.

**La vita è un continuo risolvere problemi:  
abituamoci a risolverli cominciando dalla scuola.**

*Morale: facciamo esercizi!*

Scrivete con ordine il testo. Fate con ordine gli esercizi. Esprimete con ordine i concetti.

Prima di svolgere un calcolo, tracciate una riga di separazione; scrivete inoltre due parole all'inizio come : *“calcolo dell'energia cinetica”* o ppure *“calcolo del momento di inerzia”*.

Non abbiate la smania di sviluppare i calcoli. Se i calcoli sono lunghi e complicati, è meglio non svolgere fino in fondo tutto d'un colpo: è opportuno fermarsi di tanto in tanto ad esaminare se quello che è stato fatto è giusto. Chi si distrae facilmente è bene che alleni la sua mente verificando ogni passaggio: questa “penitenza”, poco alla volta lo costringerà a fare attenzione ed eviterà errori di distrazione.

Non aprite espressioni se non si intravede di poter effettuare semplificazioni. Non eseguite derivate se non è strettamente necessario.

Diffidare delle espressioni troppo lunghe; ogni tanto fermarsi e chiedersi: *“Vado bene su questa strada?”*, *“È opportuno che esegua questa derivata?”*, *“Ho scritto tutte le equazioni che mi servono?”*

Porsi spesso la domanda: *“Posso usare questo procedimento, questa formula?”* Se sì, *“Mi conviene?”*

Fermarsi ogni tanto a considerare il procedimento usato, esaminarlo criticamente:

- *Si poteva fare diversamente?*
- *In modo più semplice?*
- *Sono sicuro di avere usato la formula giusta per calcolare quella grandezza?*

Se non ci sentiamo sicuri, andiamo ad aprire il testo, cerchiamo l'argomento, rileggiamolo attentamente. Scopriremo senz'altro qualcosa che ci era sfuggito. Questo è imparare!

Alla fine chiediamoci: *“Ho risposto a tutte le domande?”*

**Ascoltando si dimentica, vedendo si ricorda, facendo s'impara!**

*morale: facciamo esercizi!*

## 3.8 Commiato

Permettetemi infine di esprimere ancora due parole.

**State investendo la vostra giovinezza per costruirvi un futuro:  
ebbene, fate fruttare il vostro investimento!**

Leonardo da Vinci scrisse:

*“Quelli che s’innamoran di pratica senza scienza, son come ’l nocchiere, ch’entra in navilio senza timone o bussola, che mai ha certezza dove si vada. Sempre la pratica dev’esser edificata sopra la bona teorica.”*

Se vi posso essere utile, qui c’è il mio indirizzo e-mail: non esitate a contattarmi e... buono studio!

*Enzo Tonti: < tonti@units.it >*

# Bibliografia

- [1] **Storia di una scienza o di una tecnica**
- [2] Asimov I., *Cronologia delle scoperte scientifiche*, PAN, 1989; (esistono molte altre edizioni in italiano, cercare in Internet).
- [3] Asimov I., *Breve storia della chimica: Introduzione alle idee della chimica*; Zanichelli, 1977.
- [4] Asimov I., *Breve storia della biologia. Introduzione alle idee della biologia*; Zanichelli, 1969.
- [5] Bellone E., *Caos e armonia. Storia della fisica*, UTET, 2004.
- [6] Bottazzini U., *Storia della matematica moderna e contemporanea*, UTET, 1998.
- [7] Benvenuto E., *La scienza delle costruzioni e il suo sviluppo storico*, Sansoni. Questo libro è esaurito, ma esiste l'edizione inglese *An Introduction to the History of Structural Mechanics*, part I, pag. 274, Springer, 1991.
- [8] Bourbaki, N., *Elements of the history of mathematics*, Springer Verlag, 1994.
- [9] Boyer C. B., *Storia della matematica*, Oscar Mondadori, 1968.
- [10] Cajori G., *A History of Mathematical Notations vol. I-II*, Open Court Pub. Co., 1952.
- [11] Cajori, F., *A history of mathematics* 5th ed. Chelsea Pub. Co. New York, 1991.
- [12] Colerus E., *Piccola storia della matematica*, Einaudi, 1949.
- [13] Coolidge J. L., *A History of Geometrical Methods*, Dover, 1963.
- [14] Crowe, M. J., Michael J., *A History of Vector Analysis: the evolution of the idea of a vectorial system*, Reprint edition, Dover, 1994.
- [15] Gamow G., *Trent'anni che sconvolsero la fisica. La storia della teoria dei quanti*, Zanichelli, 1966
- [16] Gliozzi M., *Storia della fisica*, Bollati Boringhieri, 2005
- [17] Hadamard J., *The Psychology of Invention in the Mathematical Field*, Dover, 1945
- [18] Lamb H., *The Evolution of Mathematical Physics*, Cambridge University, 1924.
- [19] Mach E., *La meccanica nel suo sviluppo storico-critico*, Boringhieri, 1977.
- [20] Rouse Ball W. W., *A Short Account of the History of Mathematics*, Dover, 1960.
- [21] Segrè E., *Personaggi e scoperte della fisica classica*, Mondadori, 1996.

- [22] Segrè E., *Personaggi e scoperte della fisica contemporanea*, Mondadori, 1996.
- [23] Tokaty G.,A., *A History and Philosophy of Fluid Mechanics*, Dover, 1971.
- [24] Truesdell C., *Essays in the History of Mechanics*, Springer Verlag, 1968.
- [25] Whittaker E. T., *From Euclid to Eddington: A study of conceptions of the external world*, Dover 1958.
- [26] Whittaker E. T., *A History of the Theories of Aether and Electricity, vol. I-II*, Humanities Press, 1973.
- [27] **Alcuni libri consigliati**
- [28] Campbell N., *What is Science?*, Dover, 1953.
- [29] Descartes R., *Discorso sul metodo*, Mursia, 1972.
- [30]
- [31] Einstein A., *Idee e opinioni*, Schwarz Editore, 1957.
- [32] Galilei G., *Dialogo dei massimi sistemi*, Grandi Classici Oscar Mondadori, Milano, 1996.
- 
- [33] Hertz Heinrich, *The Principles of Mechanics Presented in a New Form*, Dover Publications, Inc. New York, 1956.
- [34] Fritz Khan, *L'uomo sano e malato*, Edizioni Mediterranee, 1950.
- [35] Lanczos C., *The variational Principles of Mechanics*, Toronto Univ. Press, 1952.
- [36] Lanczos C., *Linear Differential Operators*, Van Nostrand, 1961.
- [37] Lecomte du Nouy, *Le temps et la vie*, Gallimard, 1936.
- [38] Planck M., *Autobiografia Scientifica*, Einaudi, 1956.
- [39] Schank R. C., *Il computer cognitivo*, Giunti, 1989.
- [40] Schank R. C., *Modelli di Spiegazione: comprensione meccanica e comprensione creativa*, Mondadori, 1991.
- [41] Tonti E., *Il piacere di insegnare*, Aracne, 2005.
- [42] Tonti E., Nuzzo E., *Gradiente Rotore Divergenza*, Pitagora Editrice Bologna, 2007.