

L. ZANINI

I.T.G. "G.G. Marinoni", Udine

PROBLEMI ED ESERCIZI

a cura di C.M. TREVISI

Autosservazione e potenziamento di abilità euristiche

(Pervenuto il 4.11.91, approvato il 19.2.93)

ABSTRACT

This article underlines the importance of being aware of heuristic abilities to be used in solving problems of Physics, suggests a reasoned inventory of these and proposes two strategies aimed at strengthening specific heuristic abilities.

Premessa

“Che cosa non funziona?” È la domanda che mi ponevo spesso di fronte ai numerosi insuccessi dei miei allievi nella soluzione dei problemi di fisica. Non capivo perché, nonostante le numerose e reiterate spiegazioni, i frutti fossero così scarsi. Certamente poteva essere una questione di attitudini, di motivazioni, di condizionamenti, ecc., ma io sentivo, seppur confusamente, che almeno una parte degli insuccessi poteva dipendere da errori nelle strategie educative che usavo.

Alcuni li riconobbi abbastanza presto:

- spiegavo la logica, ma trascuravo l'euristica;
- spiegavo troppo e coinvolgevo poco, favorendo così comportamenti passivi e dipendenza psicologica;

tuttavia i correttivi apportati risultavano del tutto insoddisfacenti.

Oggi, dopo anni di tentativi e fallimenti, ritengo che il mio errore fondamentale fosse quello di non saper “utilizzare” al meglio una risorsa fondamentale nel processo di insegnamento-apprendimento: la capacità di autosservazione (o insight) degli allievi [1], [4], [6], [22].

Mi sono convinto infatti che **solo** una percezione diretta delle proprie abilità euristiche possa:

- restituire agli allievi il “senso” della “modificabilità” delle stesse;
- “risvegliare” autonomia e senso di responsabilità;
- stimolare atteggiamenti produttivi di fronte ai problemi;
- migliorare la comunicazione tra studente e docente;
- provocare ristrutturazioni significative della propria organizzazione di pensiero [1].

Ciò premesso - e tenuto conto che un eventuale lavoro di consapevolizzazione e potenziamento di abilità euristiche presuppone una conoscenza sufficientemente ampia e completa delle stesse - vorrei proporre all'attenzione del lettore sia un elenco

ragionato di queste con l'augurio che possa risultare un riferimento utile per coloro che fossero intenzionati a ripensare criticamente e creativamente il proprio modo di insegnare strategie di “problem solving”, sia due esempi di strategia educativa “in linea” con le convinzioni sopra espresse.

Colgo l'occasione per esprimere sentimenti di profonda gratitudine a tutti coloro che hanno ispirato questo lavoro, in particolare a mia moglie, ai miei figli, agli autori citati nella bibliografia e a quei colleghi con cui ho passato appassionanti serate a discutere di questi temi.

ELENCO RAGIONATO DI ABILITÀ EURISTICHE UTILIZZABILI NELLA SOLUZIONE DI PROBLEMI DI FISICA

Presentazione

Anni fa ho cominciato a costruire questo elenco con la speranza che una conoscenza sempre più precisa e completa di abilità euristiche mi avrebbe aiutato a migliorare le mie capacità “diagnostiche” e “terapeutiche” nei confronti di allievi di ogni età.

L'ipotesi-guida alla base di questo lavoro è che le *abilità euristiche si possono apprendere e/o potenziare e che la maggior parte degli insuccessi nella soluzione di problemi sia dovuta più alla carenza di tali competenze [1], [2], [4], [5], [8], [9], che alla mancanza di capacità o di motivazioni* (queste ultime, secondo Feuerstein [1], sarebbero da considerarsi per lo più come effetti e non come cause).

Al riguardo ricordo come uno studente, quasi rassegnato ad abbandonare gli studi universitari “a causa di quei maledetti problemi di fisica”, si sia “sbloccato” rapidamente dopo aver acquisito l'abitudine a chiedersi autonomamente quale fosse l'effettivo significato fisico delle grandezze in gioco in una data formula: con sua enorme sorpresa tale quesito si rivelò uno **stimolo interno** sufficiente per orientare in modo efficace il suo pensiero.

(Credo che una abitudine del genere si dovrebbe poter costruire già nella scuola dell'obbligo o per lo meno nelle secondarie, ma basta ricordare il primo esempio citato da Gil et al. in [12] per concludere che normalmente ciò non accade).

Il ricordo citato mi offre l'occasione per confermare l'ipotesi che spesso ciò che manca a un allievo non è la capacità in sé o la motivazione, ma solo uno **stimolo interno** adatto a risvegliarla al momento opportuno. È fondamentale ricordare tuttavia che gli stimoli interni dovrebbero restare sempre accessibili alla coscienza, altrimenti potrebbero diventare condizionamenti pericolosi: è anche per questo motivo che sostengo l'importanza cruciale di elaborare strategie educative esplicitamente miranti a migliorare la capacità di autoosservazione degli allievi.

Raccomandazione preliminare

Non essere troppo precipitosi o "sicuri" nell'affrontare un problema, né eccessivamente lenti o incerti, ma cercare una modalità di lavoro che consenta all'attenzione [7], spesso guidata da automatismi non controllati [12], di lavorare secondo tempi e ritmi adeguati alla recezione di dati, alla elaborazione di ipotesi e/o di implicazioni significative, alla produzione di risultati affidabili.

Immaginare e analizzare

a) leggere attentamente il testo del problema per:

- individuare gli elementi di novità in esso contenuti distinguendoli chiaramente da quelli già noti. (È una operazione che raramente gli studenti sanno compiere in modo sistematico, per lo più si osservano tendenze a identificare il nuovo con il noto);

- cercare di "tradurlo" in termini più familiari e di integrarlo con spiegazioni opportune al fine di **interiorizzarlo** [1]. L'interiorizzazione è necessaria per attivare l'inconscio e favorire rappresentazioni utili, associazioni, transfert, ristrutturazioni, intuizioni, deduzioni, ecc. e dovrebbe accompagnare l'intero processo di soluzione;

- **immaginare** in modo realistico la situazione fisica descritta nel problema e possibilmente rappresentarla con disegni, al fine di favorire una comprensione qualitativa del fenomeno in esame;

- individuare quegli elementi descrittivi del problema che possono essere variati senza alterare la natura del problema stesso al fine di distinguere chiaramente le informazioni essenziali da quelle accessorie. La ricerca dell'essenziale consente di raggiungere livelli di astrazione sempre più elevati e quindi di ampliare il campo di significati e di punti di vista compatibili con il testo e il contesto

del problema aumentando così la "mobilità" del pensiero [4], [6];

- identificare i dati (numerici e non) e le incognite che concorrono a definire il problema, elencare le grandezze fisiche in gioco e associare a ciascuna di esse un simbolo appropriato e la rispettiva unità di misura;

- individuare le eventuali **condizioni specifiche** a cui debbano soddisfare le incognite e formalizzarle. **Si tenga presente che spesso tali condizioni sono implicite.**

b) Riflettere sul **significato fisico** dei dati, delle incognite e delle condizioni specifiche cui sono soggetti nel contesto del problema, al fine di:

- cercare di capire se le variabili in gioco sono tra loro dipendenti o indipendenti; successivamente, scelte due variabili tra loro dipendenti, provarsi a **immaginare** l'effetto che potrebbe avere la variazione di una sull'altra, a parità di tutto il resto. In altre parole lo studente dovrebbe cercare di prevedere se, aumentando di un po' una grandezza, l'altra aumenta, diminuisce o rimane invariata;

- richiamare alla mente modelli teorici correlati al problema stesso nonché eventuali schemi di soluzione già utilizzati in situazioni simili e formalizzare le relazioni da essi suggerite in modo adatto al contesto attuale. Il confronto con modelli teorici e/o schemi di soluzione già collaudati consente una valutazione critica delle informazioni fornite dal problema. In particolare facilita l'individuazione di ipotesi o dati impliciti e di incognite ausiliarie e consente un controllo sulla reciproca indipendenza e/o compatibilità dei dati e delle condizioni, sulla loro completezza, sovrabbondanza o carenza; infine può orientare nei processi di pianificazione ed elaborazione;

- **modificare** eventualmente il problema verso situazioni più familiari e/o semplici, tra cui i casi limite, al fine di stimolare e orientare l'intuizione, consentire un approccio graduale ai nodi di difficoltà, favorire congetture e/o previsioni. Le **previsioni** possono vertere sugli intervalli di accettabilità delle grandezze incognite, sugli ordini di grandezza delle stesse, su eventuali relazioni d'ordine, ecc..

Tutte le operazioni qui descritte dovrebbero favorire una **scomposizione significativa** del problema in esame e facilitare un **controllo sicuro** del processo di soluzione e dei risultati ottenuti.

Pianificare

a) Qualora si abbiano delle indicazioni precise sulle strategie da adottare e sui risultati da ottenere, è senz'altro opportuno farsi orientare da queste nell'elaborazione del piano, ma è anche necessario, seppur in un secondo tempo, preoccuparsi di giustificare logicamente la ragionevolezza di ogni passaggio, altrimenti si rischia di ottenere risultati

che, pur essendo conformi alle attese, non sono accettabili sul piano logico. Tale situazione di contrasto tra euristica e logica [18] non è certo da evitarsi a priori se è vero che entrambe sono costruzioni dell'uomo e, come tali, suscettibili di cambiamento. Normalmente, tuttavia, è la logica a "prevalere" sull'euristica a meno che non ci siano fondati motivi per rivedere la logica stessa, se non altro dal punto di vista semantico [13].

b) Nel caso si intravedano più strategie di soluzione (in particolare quando le equazioni disponibili siano sovrabbondanti rispetto alle incognite) è utile **esplicitare** eventuali criteri di scelta delle strategie stesse. (I criteri da tenere sempre presenti sono quelli della **sicurezza** e della **economicità** [3], ma raramente è possibile attenersi a priori).

c) Ove possibile, scegliere un numero di equazioni, indipendenti tra loro, pari al numero di incognite e organizzarle in sequenza in modo che le incognite determinate per prime siano eventualmente utilizzabili nei calcoli successivi.

d) Là dove le incognite siano più numerose delle equazioni trovate, può essere utile rivedere il testo e il contesto del problema al fine di esplicitare eventuali ipotesi o dati impliciti che potrebbero essere sfuggiti all'analisi precedente. Se così non fosse, può essere opportuno immaginare o scegliere ipotesi aggiuntive (purché legittime nel contesto del problema) al fine di rendere **univoco** il piano di soluzione oppure proporsi di individuare l'**insieme** delle soluzioni accettabili e di classificarle e **valutarle** rispetto a opportuni **parametri**.

e) Individuare e trascurare sia le incognite ausiliarie, cioè quelle non esplicitamente richieste dal problema, sia le costanti sottintese purché le une o le altre siano utili allo sviluppo del piano.

f) Controllare che il piano sia completo, coerente e connesso. Se non lo fosse, occorre essere disponibili a rimettere in discussione sia le proprie conoscenze di base sia ogni passo della percezione, dell'analisi e della pianificazione, in particolare quelli più "ovvi" o "scontati".

Se ci si dovesse trovare in difficoltà, può essere utile tentare di ampliare il campo di significati attribuibili alle parole-indizio per aprirsi la strada ad altre forme di collegamento, associazione o transfert; in altri casi è opportuno lasciar fare, momentaneamente, alla creatività dell'inconscio oppure servirsi di tecniche di pensiero del tipo "lateral thinking" [8].

Attuare il piano

a) Decidere in che sistema di unità di misura lavorare e adeguare le unità di misura a tale sistema e tra loro.

b) Sostituire i dati nelle equazioni secondo l'ordine previsto dal piano (facendo attenzione alla effettiva corrispondenza tra dati e simboli) e risolvere

le equazioni rispetto alle incognite di turno applicando correttamente le "regole di inversione" e le "regole di arrotondamento" (cifre significative).

Valutare i risultati

a) Controllare accuratamente che i risultati ottenuti siano compatibili tra loro, con i dati, con il contesto del problema e con le previsioni fatte.

b) Eventualmente riformulare il piano di soluzione in modo **diverso**, attuarlo e verificare se i risultati trovati siano compatibili con quelli precedenti oppure rivedere criticamente, passo dopo passo, l'intero processo di soluzione.

Apprendere competenze nuove partendo dalle difficoltà e dagli errori

a) Riflettere sulle difficoltà e gli errori incontrati e sulle abilità euristiche usate per superarli.

b) Studiare delle varianti sia al metodo di soluzione trovato che al problema (generalizzare [1], [2], [3]).

c) Interiorizzare le idee e le strutture nessuali più valide e provare a trasferirle in **altri** contesti [1], [12].

DUE STRATEGIE EDUCATIVE BASATE SULL'AUTOOSSERVAZIONE: "Recezione" e "Paradigmi, errori, autocorrezione"

Presentazione

"Curiosamente, ci attendiamo che gli studenti apprendano, eppure non insegnamo loro nulla sull'apprendimento. Ci attendiamo che essi risolvano problemi, ma non insegnamo loro come si risolvono. E allo stesso modo ci aspettiamo che essi ricordino una considerevole quantità di materiale, e tuttavia non insegnamo mai l'arte di ricordare. È giunto il tempo di porre rimedio a queste carenze".

Don Norman (1980)

Ho scelto di esemplificare le strategie citate nel titolo, perché mi sembra possano offrire numerosi spunti di riflessione e perché ritengo siano facilmente sperimentabili in classe e trasferibili ad altre discipline.

Tali strategie non sono ovviamente delle formule magiche, ma solo proposte di lavoro da adattare opportunamente ai singoli contesti.

Si sa infatti che il successo educativo non dipende tanto dalla strategia in sé, ma dalla pertinenza e tempestività con cui viene usata, dalla ferma ed esplicita intenzionalità di usarla per obiettivi utili e comprovabili, dalle modalità con cui viene proposta, dal tipo di classe, dal clima instaurato in essa, dal coordinamento della strategia con quelle dei

colleghi del consiglio di classe, dal materiale didattico disponibile. Per favorire l'efficacia delle strategie proposte è opportuno spiegarne con chiarezza sia gli obiettivi che il metodo di lavoro e far capire che quando si vogliono modificare "cattive abitudini" in "buone abitudini", può essere necessario seguire forme rigorose di autodisciplina.

Entrambe le strategie prevedono momenti di lavoro autonomo, durante i quali l'insegnante può fare interventi personalizzati, seguiti da momenti di discussione.

Essi sono finalizzati a sviluppare capacità di autoosservazione, esplicitazione (e non nascondimento) di difficoltà, comunicazione (intesa come superamento dell'egocentrismo), elaborazione di strategie, apprendimento di regole, generalizzazione, transfert [1].

Ogni discussione dovrebbe concludersi con una sintesi (normalmente effettuata dall'insegnante) che evidenzia i contributi più significativi e li organizza in una struttura organica che gli allievi dovrebbero essere tenuti a interiorizzare [1].

Recezione

Questa strategia è utilizzabile ogni qual volta si ritenga che la causa primaria di insuccesso nella soluzione di problemi risieda nelle modalità di ricezione degli stessi, spesso legate ad automatismi improduttivi. È noto infatti che molti allievi non si rendono conto che la propria mente può essere usata come uno strumento (Bruner '78) e perciò vivono le proprie esperienze cognitive come eventi "spontanei" e non come frutto di una precisa intenzionalità.

L'operazione di interiorizzazione può aiutarli a recuperare il senso della propria autonomia e della possibilità di cambiare le proprie modalità di ricezione [1].

Obiettivi

- 1) Ridurre l'impulsività.
- 2) Potenziare le capacità di autoosservazione, di esplicitazione di difficoltà e di elaborazione di metodi di autocorrezione.
- 3) Migliorare le competenze lessicali.
- 4) Migliorare la capacità di comprensione.
- 5) Ridurre i tempi di memorizzazione.
- 6) Assumere atteggiamenti produttivi di fronte ai problemi.
- 7) Stimolare l'immaginazione.
- 8) Aumentare la durata del ricordo.
- 9) Mobilitare risorse inconsce, ovvero stimolare intuizioni, collegamenti e ristrutturazioni, mediante operazioni di interiorizzazione.

Sequenza operativa I

- 1) Proporre agli allievi di memorizzare esattamente il testo di un problema in un tempo presta-

bilito (10-15 minuti) e di prestare attenzione alle eventuali difficoltà incontrate in fase di memorizzazione. Lo sforzo di imparare a memoria può mettere in moto tutte le abilità recettive e quindi può diventare uno "specchio" molto preciso di queste.

2) Scaduto il tempo chiedere agli allievi di trascrivere su un quaderno apposito quanto ricordano.

3) Chiedere a qualche allievo di leggere quanto scritto o, ancor meglio, di rievocare oralmente quanto memorizzato.

4) Aprire una discussione serena e ordinata per aiutare gli allievi a esplicitare con precisione le eventuali difficoltà incontrate. Ad esempio:

- "Ho avuto troppo poco tempo".
- "Faccio fatica a memorizzare ciò che non capisco".
- "Credevo di aver memorizzato tutto e non mi sono accorto di aver trascurato le cose che ritenevo più ovvie".

Naturalmente l'insegnante dovrà cercare di evidenziare (ma non suggerire) le modalità di ricezione più insidiose: la selettività inconscia della percezione [9] e la decodifica fuorviante [5]. Al riguardo dovrà anche concorrere a dare tutte le spiegazioni del caso.

5) Riassumere e far registrare a ciascun allievo su un quaderno le proprie e le altrui difficoltà. Confrontare le modalità di lettura usate per memorizzare il testo con quelle usate normalmente per risolvere il problema, mettendo bene in evidenza analogie e differenze.

6) Assegnare come compito per casa quello di memorizzare esattamente il testo considerato e di elaborare un metodo efficace per superare le difficoltà suddette e per favorire memorizzazioni a lungo termine. Il metodo deve essere elaborato a partire dalla seguente domanda: "Che cosa deve cambiare nel mio comportamento se voglio ottenere progressi comprovabili?". (Eventualmente fornire alcune indicazioni).

La sequenza appena proposta dura mediamente un'ora e può essere ripetuta in classe più volte finché non si ritenga che gli allievi possano attuarla autonomamente.

Sequenza operativa II

1) Alcuni allievi illustrano alla classe i metodi richiesti al punto 6) della sequenza precedente.

2) Con l'aiuto dell'insegnante la classe, dopo un'ampia discussione, giunge a scegliere e a mettere a punto in termini operativi il metodo che sembra più efficace. Ad esempio:

dedicare ogni giorno, per due settimane, circa 30' per:

- memorizzare il testo di un nuovo problema cercando di coordinare opportunamente ritmo di lettura e attenzione al testo;

- immaginare il fenomeno in esso descritto in termini realistici e illustrare tale immagine con parole e disegni;
- confrontare il nuovo testo con altri già studiati ed esplicitare analogie o differenze rispetto a parametri del tipo seguente: contesto, numero e tipo di dati, numero e tipo di incognite, numero vocaboli nuovi, ecc..

3) Gli allievi prendono nota di tale metodo e si impegnano a metterlo in pratica autonomamente per il periodo di tempo concordato col fine dichiarato di ottenere miglioramenti comprovabili. Si impegnano altresì a registrare sistematicamente sul quaderno:

- il testo del problema studiato;
- il testo ricordato;
- l'illustrazione dell'immagine prodotta;
- gli esiti dei confronti;
- le difficoltà incontrate;
- i tentativi fatti per superarle.

Tra le difficoltà ammesse, oltre a quelle già menzionate, ve ne sono altre del tipo:

- "Oggi non sono riuscito a trovare il tempo per fare il disegno, devo cercare di essere meno dispersivo".
- "Oggi non avevo voglia di confrontare il nuovo con il già noto. Non so come reagire alla mia pigrizia".
- "Oggi mi sono scoraggiato perché ho la sensazione che tutto questo lavoro sia inutile".
-

Se 30' non fossero sufficienti per completare l'esercizio, l'allievo può decidere di completarlo il giorno successivo.

4) L'insegnante si impegna a dedicare 30' delle lezioni successive, fino alla scadenza prefissata, per esaminare, discutere e mettere a punto con gli allievi, strategie efficaci di superamento delle difficoltà incontrate.

Durante l'intero processo l'insegnante, insieme con gli allievi, deve sempre cercare di individuare e segnalare alla classe eventuali progressi, in particolare nella chiarezza e precisione con cui vengono descritte le difficoltà e nella efficacia delle strategie elaborate per superarle.

Inoltre deve focalizzare l'attenzione degli allievi sugli aspetti metodologici più importanti ai fini della recezione e chiedere agli allievi di interiorizzarli.

Controllo e valutazione

Il controllo e la valutazione delle sequenze operative dovrebbero riferirsi alle variabili seguenti: impulsività, competenza lessicale, coinvolgimento, attenzione, precisione, sistematicità, autonomia, memoria, immaginazione, errori di interpretazione.

L'andamento di tali variabili può essere desunto direttamente dai quaderni, da osservazioni fatte

durante le fasi di lavoro autonomo e dalle discussioni.

Dalla classe, come indice sicuro di progresso, si può "esigere" un aumento di successi nella soluzione di problemi pari ad almeno il 20%.

Paradigmi, errori, autocorrezione

Questa strategia si basa sulla ovvia constatazione, che la **consapevolezza diretta** di un errore possa risultare **solamente**:

- dal **confronto** tra due cose di cui una venga assunta come modello o paradigma (qui per paradigma si può intendere: fenomeno emblematico, definizione, legge, regola, principio logico, metodo, algoritmo, principio organizzatore di percezioni e/o rappresentazioni mentali);
- dalla **modalità** con cui tale confronto viene effettuato.

Ne segue che per poter effettuare un confronto "sicuro" occorrerebbe saper esplicitare il paradigma in tutte le sue componenti, ma sappiamo che ciò non è facile, fors'anche per mancanza di abitudine. È noto inoltre che solo da tali esplicitazioni possono nascere ristrutturazioni "rivoluzionarie" di paradigmi [16], [17], [21].

Se tutto questo è "vero" e se è altresì "vero" che la risorsa più preziosa, lo strumento più sensibile, il solo forse in grado di evidenziare con precisione nodi di difficoltà aventi radici storiche, personali e/o collettive, è la capacità di autoosservazione (o insight) sembrerebbe ragionevole chiedersi: "Dal momento che questa capacità esiste ed è particolarmente efficiente nei bambini [1], [22], perché non abituare i nostri studenti, fin da giovanissimi, per quanto possibile, a motivare e/o controllare i propri pensieri in termini di confronto preciso e sistematico con paradigmi ben esplicitati in tutte le loro componenti? Non è forse questa la strada maestra per potenziare la capacità di insight e quindi l'autonomia e l'originalità di pensiero?"

La strategia qui descritta è un tentativo di risposta ai quesiti appena formulati. Essa può articolarsi in vari modi (qui ne esemplifico due) e si basa essenzialmente su esercizi di "caccia all'errore". Tra gli esercizi di questo tipo ho trovato che sono particolarmente coinvolgenti (vedi sequenza operativa II) quelli costruiti a partire dalle "rappresentazioni intuitive" degli allievi (cfr. numerosi articoli pubblicati sul tema da "La Fisica nella scuola" [19], [23]); tuttavia, per "iniziare" gli allievi a questo tipo di strategia, conviene partire da "errori" più "facili" da smascherare e spiegare autonomamente (vedi sequenza operativa I).

Obiettivi

1) Ridurre l'impulsività e i comportamenti meccanici.

2) Potenziare le capacità di autoosservazione, di esplicitazione di paradigmi e di elaborazione di metodi sicuri di confronto.

3) Saper motivare la pertinenza di un dato paradigma con la situazione in esame.

4) Rielaborare e interiorizzare paradigmi strutturati in modo tale da facilitare i confronti suddetti ovvero focalizzandone gli elementi costitutivi, le rispettive relazioni e le condizioni di applicazione.

5) Saper esplicitare paradigmi soggettivi.

6) Saper distinguere tra loro operazioni di percezione, interpretazione e proiezione mentale.

Sequenza operativa I

1) Proporre agli allievi 10 errori di uno stesso tipo; per esempio:

$$1 \text{ cm} = 100 \text{ m}$$

$$36 \text{ m/s} = 10 \text{ km/h}$$

.....

oppure:

$$\text{se } F = ma \text{ allora } m = a/F$$

.....

e chiedere di rispondere per iscritto a domande del tipo: "Relativamente a ciascun esercizio descrivi un metodo che ti consenta di evidenziare con *sicurezza* e *precisione* l'errore. Successivamente cerca di individuare e descrivere le cause che potrebbero aver determinato l'errore stesso."

(Molte volte, per stimolare l'autoosservazione dei miei allievi chiedo loro: "Saresti disposto a scommettere una ciocca dei tuoi capelli sulle tue asserzioni?")

2) Far leggere ad alcuni allievi le risposte.

3) Aprire una discussione con l'intento dichiarato di guidare gli allievi (naturalmente senza sostituirsi a loro) a fornire risposte operative sempre più precise.

Le parole "paradigma", "confronto" e "precisione" dovrebbero essere i centri di gravità della discussione.

4) Elaborare una sintesi finale con messa a punto, coerentemente con l'obiettivo n° 4, della struttura dei paradigmi usati.

5) Gli allievi si impegnano a interiorizzare i paradigmi nel modo elaborato al punto precedente.

Questa sequenza normalmente dura un'ora e può essere ripetuta tante volte quante siano necessarie per abituare gli allievi a *decidere* di essere precisi e sistematici nei confronti tra prestazioni e paradigmi.

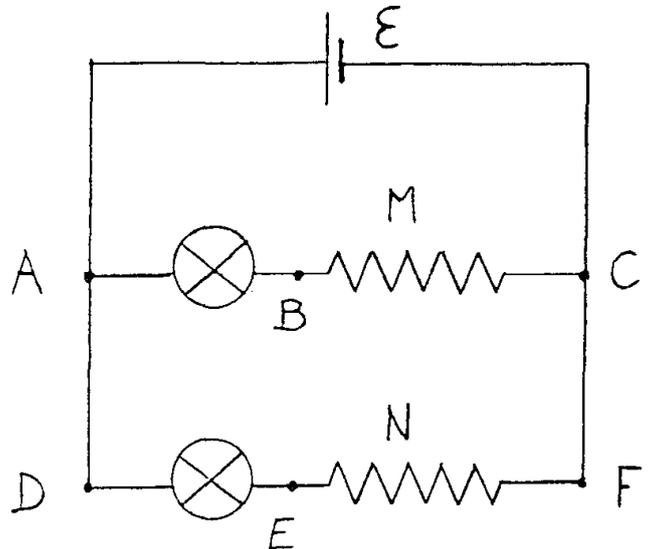
Praticando sequenze operative di questo tipo ho notato che per molti allievi è "liberante" "realizzare" che gli errori non si scoprono "guardando meglio", quasi fosse un fatto di percezione, ma, per così dire, "confrontando meglio". Infatti la capacità di effettuare confronti diretti rinforza il senso della propria autonomia e, quindi, delle proprie responsabilità.

Ho notato altresì che l'atteggiamento mio e di qualche allievo nei confronti dell'errore si è modificato: mentre prima gli errori, soprattutto quelli ripetuti, provocavano in me sentimenti di delusione e di fastidio che mascheravo alla meno peggio, e inducevano nei ragazzi varie forme di nascondimento o fuga, successivamente gli errori sono diventati formidabili occasioni per migliorare la conoscenza di sé e per raggiungere una più sicura padronanza della materia.

Sequenza operativa II

1) Proporre agli allievi almeno due ipotesi false, ma "attraenti", relativamente a una data situazione fisica. Ad esempio:

il generatore di tensione (vedi circuito illustrato in figura) ha resistenza interna nulla e le lampadine M ed N sono entrambe accese.



Circuito elettrico

Si ipotizza che, se si svitasse la lampadina N:

- la lampadina M si accenderebbe più intensamente "perché la corrente che prima passava per N ora passerebbe per M";
- la d.p.p. tra D ed E si annullerebbe poiché "in questo tratto non passa corrente";

(Esercizio n° 3 tratto da [23] pag. 164).

2) Proporre agli allievi di rispondere autonomamente, per iscritto, a richieste del tipo:

1. esplicita una o più regole a cui potresti fare riferimento per confermare o confutare almeno una delle ipotesi sopra riportate;
2. sottolinea come ti senti (sicuro o incerto) relativamente ai seguenti aspetti delle regole esplicitate:
 - elementi costitutivi : sicuro/incerto
 - rispettive relazioni : sicuro/incerto
 - implicazioni delle stesse . . : sicuro/incerto
 - pertinenza alla situazione . : sicuro/incerto

Eventualmente consulta il libro di testo e/o gli appunti per migliorare il tuo grado di sicurezza relativamente a tali aspetti.

3. Esplicita i singoli passi del confronto tra regole (e/o rispettive implicazioni) e ipotesi ed esprimi chiaramente l'esito del confronto.

Durante questa fase di lavoro l'insegnante può operare tutte le mediazioni che ritiene opportune.

3) Invitare alcuni allievi a leggere le proprie risposte.

4) Aprire una discussione con lo scopo dichiarato di evidenziare le difficoltà e costruire un paradigma teorico "sicuro", strutturato in modo tale da consentire un confronto diretto con l'ipotesi, indipendente cioè dall'autorità dell'insegnante o di chicchessia.

Eventualmente far controllare l'ipotesi sperimentalmente, ma cercare di evitare in ogni modo di suggerire o "imporre" la soluzione.

5) Gli allievi si impegnano a interiorizzare il paradigma e a tentare di generalizzare l'applicazione a situazioni simili. (Eventualmente, le prime volte, fare degli esempi del tipo "aggiungi, toglie o sposta una resistenza" e rispondi alle stesse domande).

La sequenza dura normalmente un'ora e dovrebbe essere ripetuta finché non si constati che le modalità di controllo di una delle ipotesi in essa proposte siano state interiorizzate.

Controllo e valutazione

Il controllo e la valutazione delle sequenze operative dovrebbero riferirsi ai seguenti parametri: impulsività, coinvolgimento, insight, precisione, sistematicità, autonomia, rielaborazione, organizzazione, generalizzazione, numero errori.

L'eventuale miglioramento delle prestazioni rispetto a tali parametri può essere desunto direttamente dagli esercizi sui quaderni, dalle osservazioni fatte durante le fasi di lavoro autonomo e dalle discussioni.

Talvolta è opportuno dividere la classe in tre gruppi:

- il primo con il compito di trovare gli aspetti negativi ("che cosa cambieresti");
- il secondo quelli positivi ("che cosa miglioreresti");
- il terzo quelli interessanti ("che cosa miglioreresti").

Dopo circa venti minuti di discussione di gruppo, l'insegnante, insieme con la classe, cerca di elaborare una sintesi significativa.

Riferimenti bibliografici

- [1] R. Florian, F. D'Amato. *Il Programma Feuerstein*, Giunti & Lisciani Editori, Teramo (1989).
- [2] R. Gagné. *Le condizioni dell'apprendimento*, Armando editore.
- [3] G. Kanizsa, P. Legrenzi e M. Sonnino. *Percezione, linguaggio, pensiero*, Mulino.
- [4] G. Mosconi e V. D'Urso. *La Soluzione di problemi*, Giunti & Barbera, Firenze (1973).
- [5] G. Mosconi e V. D'Urso. *Il farsi e il disfarsi del problema*, Giunti & Barbera, Firenze (1974).
- [6] Karl Duncker. *La psicologia del pensiero produttivo*, Giunti & Barbera, Firenze (1969).
- [7] Silvio Ceccato. *Corso di linguistica operativa*, Longanesi & C., Milano (1969).
- [8] Edward de Bono. *Il meccanismo della mente*, Rizzoli.
- [9] Edward de Bono. *Io ho ragione tu hai torto*. Sperling & Kupfer Editori, Milano (1991).
- [10] G. Poyla. *Come risolvere i problemi di matematica*, Feltrinelli, Milano (1976).
- [11] Georges Glaser. *La matematica moderna per chi deve insegnarla*, Feltrinelli, Milano (1975).
- [12] Gil Perez et al. "L'insuccesso nella risoluzione di problemi di Fisica", LFNS, XXII, 3, 4. 4-XXII.
- [13] C. Wood. "Risoluzione di problemi di Fisica", LFNS, XXII, 4.
- [14] M. Candusso. "Strategie di problem solving in Fisica", LFNS, XXIV, 2.
- [15] J. Priest, D.F. Griffing. "Modello per la risoluzione di un problema di fisica a livello di studenti universitari", LFNS, XXIV, 3.
- [16] A. Einstein. *Autobiografia scientifica*. Boringhieri, Torino (1979).
- [17] Percy W., Bridgman. *La critica operativa della scienza*, Boringhieri, Torino (1969).
- [18] Abdus Salam. *L'unificazione delle forze fondamentali*, Rizzoli, Milano (1990).
- [19] "Indice generale", LFNS, XXIV, 1 IR.
- [20] L. Stefanini. "Fisica da ridere". LFNS, XXIV, 4.
- [21] T. Kuhn. *La struttura delle rivoluzioni scientifiche*, Einaudi, Torino (1978).
- [22] S. Ceccato. *Il maestro inverosimile, prime e seconde esperienze*, Bompiani, Milano (1972).
- [23] AA.VV. "Ricerche sulle rappresentazioni mentali in fisica", LFNS, XIX, 2.