

SCUOLA INTERATENEO DI SPECIALIZZAZIONE PER LA FORMAZIONE DEGLI
INSEGNANTI DELLA SCUOLA SECONDARIA
SIS

TESI FINALE DI MATEMATICA E FISICA

Analisi di un intervento didattico

INTRODUZIONE ALLA STATISTICA DESCRITTIVA
CON L'AUSILIO DELLE TECNOLOGIE
INFORMATICHE

OTTICA FISICA: UN APPROCCIO EMPIRICO

**ESPERIMENTO ED ELABORATORE: UNA
PROPOSTA PER L'INSEGNAMENTO DELLA
MATEMATICA E DELLA FISICA**

Classe concorso A049

A.A. 2001/2002

Giovanni Nicco

Introduzione

La scuola, in quanto agenzia culturale per eccellenza, ha lo specifico compito di formare i cittadini di domani. A tal fine essa definisce gli obiettivi educativi e disciplinari e promuove una azione didattica che persegua il raggiungimento di tali obiettivi.

L'allievo, in quanto soggetto dipendente economicamente e psicologicamente dalla famiglia e dalla società ha i propri obiettivi che sono di natura individuale e relazionale.

Il docente e l'aula sono il luogo di incontro di queste due istanze. Tale incontro non è sempre felice.

Nel momento in cui si considera l'aula dalla prospettiva allievo non è necessariamente troppo negativo pensare che volendo-dovendo sviluppare una propria autonomia, egli possa percepirsi sotto l'azione di un 'ammaestramento' e non abbracciare con entusiasmo le attività didattiche.

D'altro canto, il docente vede positivamente la crescita culturale dell'allievo e non può fermare la sua didattica lasciando troppo spazio agli obiettivi dell'allievo stesso.

Si ha una situazione di stallo genericamente espressa in termini di confusione e comportamenti problematici che *impediscono* (non a caso) la lezione nella sua accezione positiva.

C'è un solo modo di risolvere questa situazione (oltre lo strumento coercitivo del voto, utile in varia misura a seconda del contesto): far coincidere gli obiettivi.

E' ovvio che la cosa è più semplice a dirsi che a farsi, tuttavia è possibile pensare che, almeno parzialmente, determinate scelte possano permettere la sovrapposizione degli obiettivi dell'istituzione con quelli dell'allievo.

Ciò che propongo nel seguente lavoro è che gli obiettivi dell'insegnamento della matematica e della fisica possano quantomeno *avvicinarsi* a quelli degli allievi qualora utilizzino due strumenti peraltro ad esse consustanziali: il calcolatore e l'esperimento.

La base di questa ipotesi nasce da una constatazione personale che trova eco nelle opinioni dei colleghi e negli insegnamenti ricevuti nella mia formazione SIS.

L'elaboratore

Tornando sugli obiettivi istituzionali è inoltre innegabile che ormai da parecchi anni, il calcolatore ha assunto un ruolo dominante come strumento tecnologico atto ad affiancare l'uomo nel suo lavoro di ricerca, catalogazione, memorizzazione, risoluzione di problemi tecnici. Si può infatti ben dire che esso è ormai entrato come insostituibile strumento operativo non solo in tutte le aziende, nelle strutture pubbliche, nelle scuole, ma anche nelle famiglie più attente alle nuove esigenze culturali e, naturalmente, con maggiori disponibilità economiche. La scuola, delegata alla formazione dei giovani non può non aderire a questa innovazione, rilevandone inoltre le istanze positive ai fini didattici. Il calcolatore ha inoltre un'altro grandissimo pregio che nasce dalla seguente considerazione: la didattica classica ha (quasi necessariamente) come soggetto la *classe* e sulla base di ciò l'insegnante basa le sue spiegazioni, ne sceglie i contenuti e il ritmo avendo come riferimento un ipotetico *alunno medio*. Questo da un lato provoca un rallentamento dell'apprendimento degli studenti più dotati (che si annoiano e quindi demotivano) e dall'altro lato non può sempre tener conto delle difficoltà e dei bisogni di rinforzo degli studenti più deboli.

La presenza del computer in classe, viceversa, può favorire la motivazione degli allievi e un'individualizzazione dell'apprendimento. Lo studente diventa il centro della lezione, ne sceglie il ritmo, le pause, gli approfondimenti, accetta i giudizi espressi dal programma evitando in questo modo la possibilità di avvertirsi in qualche modo *usato* dall'insegnante.

Per contro la comparsa del computer non cancella l'importanza della figura dell'insegnante ma ne può modificare alcune caratteristiche. L'insegnante non è più l'unico depositario della conoscenza (di cui è nella prospettiva tradizionale una sorta di trasmettitore) e questo lo può in qualche modo disorientare. La mia esperienza personale mi insegna inoltre che, spesso, gli allievi possiedono maggiori competenze del docente su specifiche componenti dello strumento informatico e possono sperimentare la piacevole sensazione di scambiare il ruolo insegnante-allievo imparando a intravedere entrambi i lati della cattedra, con le loro difficoltà e le loro metodologie.

Il fatto di costruire una spiegazione a favore dell'insegnante gli fornisce innanzitutto la sensazione di essere egli stesso soggetto della costruzione del sapere e non più mero fruitore: gli dà modo di interpretare il vissuto scolastico come *avventura*, *gioco* ovvero qualcosa in cui le regole non sono un verbo immanente cui sottostare ma uno strumento, una possibilità da giocarsi per mettere in evidenza le proprie abilità.

L'esperimento

Nella fisica, ma anche nella matematica (seppure in senso lato) il ruolo dell'esperimento, oltre che essere fondante della disciplina stessa, è ancora una volta quello di coinvolgere maggiormente l'allievo: l'azione, infatti, al contrario dell'ascolto *risveglia* la soggettività dell'allievo. Il dato sensibile (cioè riscontrabile con i propri sensi) è molto più connaturale all'uomo che non l'elaborazione teoretica, è un po' come se si cercasse di immaginare come vede un quartiere il nostro cane: è una domanda sbagliata, la sua natura è quella di *annusare* non quella di vedere. Se ci si riesce a calare nella sua prospettiva, le case, le macchine, le persone stesse di fatto spariscono e compare viceversa un modo fatto unicamente dei loro odori (provare a seguire un cane per credere).

Nello stesso modo l'animale uomo vede innanzitutto con i sensi, solo in seguito subentra la ragione.

Cartesio aveva commesso l'errore di separare la ragione dai sensi, l'immissione di questa prospettiva nei programmi scolastici a reso molto spesso *invisibili* agli allievi le trattazioni teoriche della fisica e della matematica.

Ci vogliono ricordi di oggetti manipolati, di colori osservati e di accelerazioni provate in macchina per dare un senso a una lezione di cinematica.

Si è quindi sempre nell'ottica della dicotomia obiettivi docente-obiettivi allievo: per quest'ultimo l'esperimento è soprattutto azione *fisica*, per il docente è soprattutto azione *teorica*: come mediare?

L'esperimento deve, per le considerazioni esposte, includere una parte introduttiva, manipolativa e qualitativa nel quale si innesca il coinvolgimento dell'allievo, dopo di essa il docente (ma se arriva dagli allievi tanto meglio) deve essere in grado di innescare una curiosità, al limite un *gioco di abilità* o di *creatività*, dove la sola esperienza sensibile non sia più sufficiente a fornire la risposta ma debba subentrare l'elaborazione teorica.

Questa deve apparire all'allievo come uno *strumento* e non come un *fine*. Solo in questo modo egli si fa volentieri carico della sua assimilazione: perché *gli serve* non perché lo deve fare.

In questo senso oltre alle tecniche del *problem posing* è estremamente utile lasciare spazio al pensiero divergente, prevedere cioè come un buon investimento quello di abbandonare per un momento quanto si è programmato se una situazione imprevista o un dubbio degli allievi innescano la curiosità di *sperimentare* qualcosa.

Molto spesso capita infatti che gli allievi facciano un uso non previsto della strumentazione (esempio in una giornata di maggio usino le lenti per bruciare un foglio di carta nera anziché misurarne le diottrie): questo è un momento di inestimabile valore se il docente riesce a ricondurlo sulle caratteristiche della lente, su quanto calore si può ricavare (è possibile misurarlo? come?, quante grande dovrebbe essere la lente per cuocere un buon piatto di spaghetti?).

L'esperimento è quindi, oltre che un fatto pratico anche un *atteggiamento*, ed è proprio nell'induzione della ricerca empirica (e più avanti della sua riesamina critico-numerica) l'abilità e la speranza di successo di un docente.

Con l'avanzare nel corso di studi, analogamente a quanto avvenuto storicamente, nell'allievo il termine *esperimento*, si deve distinguere sempre di più da quello di *esperienza* assumendo i connotati di oggettività, riproducibilità e significatività, ma ritengo improbabile sperare in un suo coinvolgimento facendogli misurare cento volte il peso di una massa per introdurre la teoria dell'errore già nel biennio: epistemologicamente lineare ma psicologicamente improbabile.

In matematica anche si può, a buona ragione, parlare di esperimento. Come definire viceversa lo studio empirico di una funzione mediante la modifica dei suoi parametri davanti a un programma che ne traccia il grafico?

Si tratta certamente di una fase già più astratta, dove gioca probabilmente più la *meraviglia* e la *curiosità* che non i sensi, tuttavia è possibile riscontrarla in allievi anche molto giovani.

L'esperimento può anche qui essere un atteggiamento: anziché presentare l'argomento nella forma "ponendo questo succede questo" si può presentare nella forma "cosa succederebbe se mettessimo questo?". In questo caso a fronte della voglia di sperimentare farebbe seguito la verifica formale ma, oltre ad attivare il registro ludico (assolutamente da non disprezzare) si comincerebbe a porre le basi del pensiero critico: la domanda nasce per gioco e diventa sistematica col passare del tempo. Parallelamente al pensiero logico si coinvolgerebbe inoltre il pensiero analogico che è spesso lo strumento che serve a inquadrare nel giusto contesto il problema e che prelude al *pensiero anticipatorio*, assolutamente indispensabile in matematica tanto quanto le abilità e le conoscenze formali le quali resterebbero lettera morta senza l'intuizione e la volontà di sperimentazione che matura in volontà di ricerca e quindi necessariamente in competenza.

L'esperimento ed il calcolatore

Oltre all'effettuazione di lunghi e ripetivi calcoli statistici necessari nello stadio evoluto della sperimentazione, il calcolatore è ultimamente divenuto fonte di una incredibile quantità di *sperimentazioni virtuali*.

I programmi di simulazione erano tuttavia prodotti abbastanza rari e costosi che coprivano una parte minima delle esperienze realizzabili.

Negli ultimi anni, viceversa con l'avvento di Internet e del linguaggio Java, c'è stata una immensa fioritura di piccoli o grandi programmi, il cui utilizzo è gratuito e che consentono di allestire esperimenti difficilmente realizzabili nei laboratori di istituto.

Vi è certo il doppio aspetto della *semplificazione* dell'esperienza: tutto funziona sempre perfettamente, le resistenze virtuali fanno sempre contatto e non hanno mai i piedini ossidati, i transistor non sono mai bruciati e le molle hanno veramente tutte la stessa costante elastica, ma questo può essere tanto un male (nessuna lente virtuale potrà essere usata per bruciare un foglio di carta nera) quanto una soluzione alle frustrazioni che viceversa impone il laboratorio classico.

Al di là della spesso cronica degenerazione dei materiali presenti nelle scuole è comunque un dato di fatto che per mettere in evidenza un determinato fenomeno una quantità considerevole di energie viene spesa nel configurare l'esperimento, spesso facendo perdere di vista l'essenziale.

Un uso saggio di questa potenzialità è quindi quello di usarlo per introdurre o consolidare uno o più argomenti e realizzare viceversa un esperimento *reale* ogni tanto in modo da incontrare gli importantissimi *inconvenienti* la cui individuazione è proprio promotrice e rivelatrice di *competenze* intese come dominio *globale* della materia.

(il carrello che non accelera in maniera dovuta perché ha un bordo rovinato che fa attrito o il reticolo che non diffrange perché era in realtà un polarizzatore).

Note interdisciplinari

Ho svolto il tirocinio di matematica presso il liceo scientifico "G.Ferraris" di Torino in una classe I ad ordinamento PNI. L'argomento dell'intervento è stato la statistica descrittiva con l'ausilio del calcolatore.

L'intervento didattico di fisica è stato svolto presso una classe V del liceo psico-socio-pedagogico "R.Margherita" di Torino ed ha avuto come soggetto l'ottica fisica presentata con un approccio empirico-sperimentale.

Sono intervenuti diversi fattori che da un lato mi hanno fatto cogliere le specificità delle due discipline, dall'altro

la loro interconnessione.

La preparazione e l'attuazione dell'intervento di fisica mi ha ad esempio fatto comprendere come questa disciplina sia profondamente legata al mondo materiale e come in essa il procedere sia sempre confortato dai ricordi e dalle osservazioni del mondo sensibile. Ogni movimento all'interno della conoscenza della fisica (classica quantomeno) può essere legato ad una dimostrazione empirica e con una opportuna concertazione delle esperienze si possono tracciare percorsi nei quali la definizione e il modello matematico servono a raccogliere le idee ma continua comunque a sussistere la continuità della realtà fisica.

Se dimentico una definizione o una proprietà in matematica posso spesso trovarmi bloccato, nel senso che non sempre il simbolismo algebrico è facilmente interpretabile. Viceversa in fisica si ha sempre un riscontro: se i calcoli mi portano ad una velocità nulla per un oggetto che sta cadendo (e non è ancora al suolo) allora percepisco immediatamente che c'è qualcosa che non ha funzionato.

Il mio intento nell'intervento era proprio quello di magnificare questo modo di procedere parallelo tra modellizzazione e realtà: di ogni realtà si può costruire un modello e se il modello è corretto deve condurre a risultati compatibili con la realtà. L'intento primo era quindi se vogliamo modesto: mi rendevo conto di non potere ambire a una profonda comprensione dell'ottica fisica laddove (di fatto) mancavano le basi matematiche, fisiche e il tempo per farlo, volevo tuttavia comunicare la possibilità (più potenziale che reale) di *esaminare* un fenomeno, di istituire un *esperimento* sul quale discutere e la volontà di farlo, l'interesse manifestato dalle allieve nei confronti delle molteplici esperienze allestite mi ha confortato in tal senso.

Tuttavia non è potuto sfuggirmi (soprattutto in seguito ai risultati della verifica nelle parti numeriche) che una fisica senza matematica non può reggersi. Anche la migliore intuizione fisica infatti non riesce a tenere il passo con la potenza del calcolo simbolico, esplicitare i rapporti tra le singole grandezze una volta nota l'espressione corretta che le lega è immensamente più veloce che non ricostruirle sulla base dei ricordi (che comunque risultano spesso caduchi di definizioni e di inevitabili costanti). Inoltre è impossibile (come purtroppo ho avuto modo di constatare) parlare seriamente di *misura* e quindi di *esperimento scientifico* se non sono consolidati almeno i rudimenti dell'algebra.

La matematica viceversa può esistere indipendentemente dalla fisica, in quanto sistema formale autoconsistente.

L'essenza della matematica è profondamente diversa, se è vero infatti che essa può essere usata come strumento (e questo è il caso della statistica descrittiva e in quanto tale è stata presentata agli allievi), è anche vero che risulta troppo pesante portarsi sempre dietro i significati legati al mondo reale e che conviene viceversa costruire una realtà matematica autonoma nella quale si possa entrare o dalla quale si possa tornare a piacimento ma che consenta di muoversi al proprio interno in assoluta scioltezza prestando attenzione unicamente ai vincoli formali: questa è il motivo della sua potenza. Insegnando matematica si avverte questa pressione sottostante che non può essere demandata all'infinito: lo strumento matematico richiede la sua autonomia, e il docente che già sa che dovrà portare l'allievo all'analisi lo forza e lo spinge a sollevarsi in tale astrazione.

La differenza fondamentale tra le due discipline è quindi che mentre la fisica trova i suoi significati nel tornare indietro dall'astrazione, la matematica ambisce a trovarli in astrazioni ancora più elevate: matematicamente parlando avverto di aver capito somma e moltiplicazione quando approdo alle strutture algebriche non quando capisco che due volte tre mele fa sei mele (questo era solo l'inizio).

Il pensiero matematico è inoltre formativo in quanto *pensiero altro*, ha le *sue* regole, i *suoi* principi e accettandole mi consente di intravedere regolarità e strutture nel reale, il pensiero fisico è viceversa *pensiero critico* inesorabilmente saldato al principio di *oggettività*, *controllo*, *verifica*. I due pensieri sono comunque destinati a incontrarsi e coesistere in maniera complementare e talvolta scambiarsi i ruoli cosicché la meccanica quantistica diventa pensiero altro e la statistica diviene strumento di controllo ma questo non ne modifica le caratteristiche generali.

Bibliografia

Scienze dell'educazione

Bertagna G. *Avvio alla riflessione pedagogica. Razionalità classica e teoria della educazione*, La Scuola, Brescia (2000)

Blandino G., Granieri B., *La disponibilità ad apprendere*, Cortina Editore Milano (1995)

Blandino G., Granieri B., *Le risorse emotive nella scuola*, Raffaello Cortina Editore Milano (2002)

Enciclopedia Garzanti di Filosofia , Garzanti (1998)

Fischer L., *Lineamenti di sociologia della scuola*, Ed. Libreria Stampatori, Torino, (2001)

Fromm E., *Avere o essere*, trad. it. Mondadori, Milano (1977)

Fisica

Amaldi U., *La fisica per i licei scientifici*, Ed. Zanichelli. (1998)

Fazio M, Montano M, *Fisica 2*, Mondadori Scuola (1995)

Mulligan F., *Fisica 2*, Ed. Cremonese (1993)

PSSC, *Fisica: Guida al laboratorio*, Zanichelli (1975)

Matematica e informatica

Oriolo P.,Coda A., *Algebra e informatica*, Ed. Bruno Mondadori, Milano (1988)

Jones E., *Office 97, Manuale d'uso*, Ed. Tecniche nuove Milano (1988)