

LA DIDATTICA DELLA FISICA, CON PARTICOLARE RIFERIMENTO AL LABORATORIO

Un discorso relativo al laboratorio di fisica nell'insegnamento medio superiore deve essere inquadrato nel discorso più complessivo della didattica della fisica in generale.

La prima domanda che possiamo porci in proposito è la seguente :
esiste uno statuto ben definito per la fisica ?

Se andiamo alle origini di questa scienza, e riflettiamo anche solo sul contenuto dell'allegato A, tenendo al contempo presente il realismo galileiano, il canone newtoniano del non "fingere ipotesi", la posizione di Hertz secondo il quale "la teoria di Maxwell altro non è che l'insieme delle equazioni di Maxwell" possiamo senz'altro affermare che la fisica ha subito un profondo mutamento sia per quanto riguarda il suo metodo di indagine sia per quanto riguarda i suoi contenuti (evoluzione degli interessi verso il microscopico).

Lo statuto della fisica ha mutato e muterà presumibilmente nel tempo e, con esso, inevitabilmente, la didattica della fisica.

La comprensione di molti elementi che caratterizzano la didattica della fisica nella fase storica attuale impone un riesame dell'evento politico costituito dalla riforma Gentile (1923) e della didattica della fisica che è stata praticata a partire da quel periodo.

Il pensiero di Gentile nei riguardi della scienza può essere sintetizzato nell'allegato B.

La filosofia educativa di Gentile viene ampiamente condivisa, con qualche eccezione relativamente al suo carattere elitario, dal regime fascista uno dei cui pedagogisti, Volpicelli, si esprime, a proposito del valore formativo della scienza in ambito scolastico, come indicato nell'allegato C.

Le conseguenze dell'impostazione gentiliana della scuola sul ruolo assegnato alle materie scientifiche nel processo di formazione scolastico è ben evidenziato nell'allegato D.

Teniamo però presente che se l'insegnamento scientifico è pesantemente condizionato dal quadro orario e dai mezzi materiali previsti dalla riforma Gentile, i contenuti dell'insegnamento e, in buona misura, le modalità per svolgerlo sono conseguenza della visione che in quell'epoca si aveva della fisica e della sua didattica. E poiché possiamo presumere che nella stesura dei programmi sia stato coinvolto in prima persona il mondo accademico, dobbiamo cominciare a prendere in esame i caratteri dell'insegnamento universitario della fisica negli anni venti del secolo scorso, che rappresentava con molta probabilità il volto più evidente della fisica dell'epoca.

I testi di fisica utilizzati nel primo biennio universitario in quel periodo (Murani, Castelfranchi, Amerio ne sono i principali autori) sono caratterizzati da una esposizione esclusivamente tecnica che può essere caratterizzata come indicato nell'allegato E.

All'incirca nel 1935, Eligio Perucca pubblica un trattato nel quale richiama con forza la necessità di sviluppare i contenuti della fisica avvalendosi dello strumento formale (come già si stava facendo da parecchio tempo in diversi altri stati europei). Nei testi di Perucca compaiono quindi, per la prima volta in testi del primo biennio universitario, gli operatori gradiente, divergenza, rotore, laplaciano. Tuttavia il trattato di Perucca conserva anche una forte impronta sperimentalista (tenere presente che Perucca progettò anche strumenti di

laboratorio, si occupò in prima persona di fenomeni della fisica classica - effetto Volta, ad esempio - e, nel 1936, scrisse un testo specifico di laboratorio per gli insegnanti delle scuole medie superiori dalla cui lettura si evince che quanto descriveva era stato provato in prima persona).

Il richiamo di Perucca all'uso del formalismo comincia ad essere accolto negli anni quaranta (Bernardini, Amaldi, Polvani, Specchia) ma se il formalismo nel trattato di Perucca costituisce solo una delle componenti espositive di dignità pari, non superiore, a quella della componente sperimentale, a partire dagli anni cinquanta, con l'affermarsi progressivo e inarrestabile della fisica teorica, la componente formale dell'esposizione assume il sopravvento su ogni altra (sperimentale, tecnologica) raggiungendo livelli di notevole astrattezza fin dai manuali del biennio.

Il testo di elettromagnetismo di Edoardo Amaldi può essere considerato l'emblema di questa evoluzione della didattica del primo biennio universitario.

In questa nuova visione della didattica della fisica l'aspetto sperimentale viene progressivamente estromesso; il corso di laboratorio assume un ruolo di secondo o terzo piano nel curriculum di formazione dello studente (una "fisichetta"), anche perché esso conserva la vecchia finalità di puro addestramento all'uso di strumenti di misura.

Questa caratteristica della didattica universitaria di quegli anni viene messa bene in evidenza dal passo riportato nell'allegato F.

Il predominio del formalismo e, in ultima analisi, l'affermarsi di una fisica razionale non è tuttavia esente da gravi inconvenienti soprattutto quando si considerino i suoi effetti sullo studente quadratico medio che *non* ha alcuna intenzione di divenire un ricercatore universitario e, tanto meno, un teorico. L'inconveniente viene già denunciato alla fine degli anni cinquanta da Enrico Persico (vedi allegato G) il cui messaggio rimane però del tutto inascoltato.

L'avvento della letteratura anglosassone (manuali del Sears, Di Halliday e Resnick, ecc.) modifica lentamente l'impostazione dei manuali italiani del primo biennio universitario per quanto riguarda l'uso del problema e dell'esempio numerico ma lascia immutati il predominio degli aspetti formali, l'estromissione dell'aspetto sperimentale, l'analisi storica delle teorie, la riflessione epistemologica.

L'insegnamento della fisica nella Scuola secondaria italiana relativo agli anni quaranta, cinquanta, sessanta e settanta, specialmente nei licei, eredita ed imita l'impostazione dell'insegnamento della fisica proposto nel primo biennio universitario (tenere anche conto che gli autori più rappresentativi di libri di testo di fisica per la scuola secondaria sono ancora docenti universitari).

Per una prima sintesi della situazione si veda l'allegato H.

Per quanto riguarda i caratteri fondamentali dei libri di testo dell'epoca si legga l'allegato I.

Nella scuola superiore i primi motivi per una revisione critica dell'insegnamento della fisica hanno due cause fondamentali:

- a livello del biennio ci si rende conto che il trasferimento dei canoni tradizionali è del tutto inadeguato alle possibilità dell'utenza (tenere presente che la fisica nel biennio viene

insegnata, a partire dai primi anni sessanta, negli Istituti tecnici industriali) e agli obiettivi specifici di questo ordine di scuole ;

- a livello del triennio si apre un confronto con la punta avanzata della didattica anglosassone rappresentata dai progetti del PSSC (Stati Uniti, fine anni cinquanta ; tradotto da Zanichelli nei primi anni sessanta e sostenuto, limitatamente, dal Ministero della Pubblica Istruzione), della fondazione Nuffield (Inghilterra, anni sessanta, molto meno noto del precedente in quanto rivolto alla fascia scolare compresa tra gli undici e i sedici anni e quindi difficilmente utilizzabile nella scuola italiana), della Harvard University (HPP, Stati Uniti, fine anni sessanta).

Le caratteristiche fondamentali del PSSC sono presentate nell'allegato L, quelle del progetto Nuffield nell'allegato M, quelle dell'Harvard Project nell'allegato N.

A metà degli anni ottanta, una commissione dell'Associazione per l'Insegnamento della Fisica (A.I.F.) elabora un progetto didattico per il biennio, coordinato intorno a due tematiche intitolate *Struttura della Materia e Energia e sue trasformazioni*, particolarmente rivolto agli ITIS, ma non solo. In questo progetto assumono un ruolo determinante l'aspetto metodologico e l'attività di laboratorio. Vedere in proposito l'allegato O.

Soprattutto per quanto riguarda i testi del biennio continua il processo di emancipazione degli autori nei riguardi del mondo accademico.

Agli inizi degli anni novanta, una commissione dell'AIF elabora un progetto di insegnamento della fisica per i trienni delle scuole superiori (questo progetto viene poi fatto proprio, salvo limitate modifiche, dalla Commissione Brocca) e un iscritto alla medesima associazione partecipa alla stesura del programma relativo all'insegnamento di Laboratorio di Fisica e Chimica, inserito nel primo biennio dei corsi Brocca. Questo corso rappresenta la prima proposta, in Italia, di insegnamento della fisica integrato con la Chimica (un esperimento di questo tipo era già stato fatto in anni precedenti negli Stati Uniti).

In entrambi i progetti, particolarmente nel secondo, il laboratorio assume pienamente il ruolo di luogo della formazione dei concetti.

Relativamente ai due progetti si vedano rispettivamente gli allegati P e Q.

Concludiamo ora l'intervento esaminando più da vicino alcune tipiche modalità di utilizzo del laboratorio finalizzato all'insegnamento della fisica nella scuola secondaria superiore.

Caratteri di e proposte per un laboratorio di biennio (allegato R)

Caratteri di e proposte per un laboratorio di triennio (allegato S)

La riproduzione di esperimenti storici (allegato T)

Gli esperimenti da cattedra (allegato U)

Laboratorio per progetti di miniricerca (allegato V)

Qualche considerazione finale sul ruolo dell'esperimento simulato e delle simulazioni di concetti osservabili nel "laboratorio multimediale" e, più in generale, sull'uso degli "strumenti informatici".

Dopo gli entusiasmi della fine degli anni ottanta, cui avevano fatto seguito, da parte di non molti docenti, diverse tipologie di applicazione dello strumento informatico, si è giunti ad una

posizione molto prudente nei suoi riguardi, ridimensionandone il ruolo formativo, particolarmente nelle classi di biennio. L'allegato Z riporta due documenti, uno tratto dalle premesse metodologiche del Laboratorio di Fisica e Chimica, l'altro dalle premesse metodologiche del triennio della sperimentazione Brocca che rappresentano, con buona approssimazione, la posizione oggi maggiormente condivisa dai docenti di Fisica nei riguardi dell'uso dell'elaboratore nell'insegnamento della fisica.

Va considerata tuttavia la possibilità che, in un prossimo futuro, qualche ente possa progettare simulazioni di esperimenti realmente significative. Al momento, infatti, sul mercato sono presenti solo buone simulazioni di fenomeni, ma queste sono un'altra cosa.

ALLEGATO A

la fisica, o filosofia seconda, è una scienza teoretica (al pari della filosofia prima, o metafisica, e della matematica)

che ha come oggetto di indagine la sostanza sensibile in movimento (intendendo per movimento il passaggio dalla potenza all'atto nei processi di generazione, corruzione, aumento, diminuzione, alterazione e mutamento di luogo)

che si costruisce mediante un'analisi a priori (non quindi fondata sull'esperienza e tanto meno sull'esperimento) degli oggetti materiali e degli eventi, realizzata dal punto di vista del movimento

che ricerca la causa del fenomeno, ovvero l'essenza dell'ente che vi partecipa, causa che coincide con il fine verso cui la materia tende e che è anteriore alla materia stessa

ALLEGATO B

“Un bel giorno, pochi anni fa, uno spirito bizzarro e bisbetico è venuto fuori a gridare in piazza quel che tutti andavano timidamente ripetendo sotto voce da un pezzo : a gridare al fallimento della scienza, rinfacciandole che quelle sue tanto superbe promesse di risolvere naturalmente i grandi problemi intorno all’origine e al destino dell’uomo, ai quali la religione assegna una soluzione sovranaturale, non erano state mai mantenute ; e che non potevano essere mantenute ; e che bisognava smettere la pretesa di sostituirsi alla religione e di abbattere le idealità umane, irriducibili a una spiegazione meccanica (...)

Al nostro idealismo, dunque, è bello, nella presente risurrezione degli ideali, farsi parte per se stesso. Esso non vede limiti nel reale per cui spazia, e si tiene perciò per assoluto.”

Gentile, *La rinascita dell’idealismo*, 1903

ALLEGATO C

“La filosofia “è sempre scienza sacra”, invece, la politica è fede. Togliete questo alla scuola, le togliete tutto, datele questo, le avrete dato tutto.

“Chi dice scienza dice altresì esperienza, e chi dice esperienza costruisce un mondo nel quale la giovinezza non può avere parte alcuna”. Ecco la fredda scuola dello scientismo e del tecnicismo, che han tanto rimpianto coloro che si domandavano a che serve la filosofia.

Ma la filosofia è giovinezza - osserva acutamente il Padellaro. “Quell’onda che sospinge i giovani verso un universale che non è quello della scienza, ma quello che si può raggiungere in virtù di un accordo sentimentale : questa onda non può gettarli che in seno alla filosofia”.

“Non bisogna combattere questa vocazione della filosofia che ogni giovane porta in sé, se non si vuole fuorviare la direzione spirituale della gioventù”.

Non si formano uomini nella acquiescenza di ciò che è : “misurarsi con la realtà, sfidarla, superarla, non può essere fatto che in nome della filosofia, in nome cioè di quell’inquietudine spirituale che spregia, o almeno non cura, il quieto bilanciare dell’equazioni scientifiche.”

Volpicelli Luigi, *Tra la scuola d’oggi e quella di domani*, Paravia, 1935

ALLEGATO D

“Il processo evolutivo della scuola liceale italiana verso una più decisa differenziazione dei suoi indirizzi, trovò una imperfetta soluzione, che per certi aspetti rappresentò anche una involuzione, nel 1923 con la riforma Gentile, la quale, ispirandosi alla filosofia dell’idealismo, portò a considerare, ai fini della formazione culturale dei giovani, prevalentemente l’apporto delle discipline storico - estetico - letterarie, emarginando e sottovalutando il contributo delle discipline scientifiche.”

Studi e documenti degli annali della pubblica istruzione,
N°30, 1984

ALLEGATO E

Caratteri dei manuali di fisica utilizzati nel primo biennio dei corsi universitari

Suddivisione consueta della materia nelle tematiche seguenti :

meccanica (cinematica ; statica ; dinamica ; energia meccanica ; statica e dinamica dei fluidi);

acustica (include le onde meccaniche) ;

termodinamica (termologia, gas, primo e secondo principio della termodinamica ; macchine termiche);

ottica (geometrica e ondulatoria) ;

elettromagnetismo (elettrostatica, magnetostatica, correnti elettriche, interazione campo magnetico-corrente elettrica, induzione elettromagnetica ; correnti alternate) ;

correnti nei gas (effetti termoionico, fotoelettrico, conducibilità nei gas, raggi catodici, tubi a vuoto) ;

cenni di fisica atomica e nucleare (esposizione di livello poco più che liceale).

Esposizione molto simile a quella della Meccanica razionale per la parte di meccanica.

Per le altre parti l'esposizione si avvale di numerosi riferimenti sperimentali e di meticolose descrizioni di apparecchiature sperimentali.

Tuttavia gli esperimenti descritti sono solitamente o esperimenti storici o esperimenti dei quali si descrive la procedura teorica ma non gli esiti numerici ; si tratta insomma di esperimenti che l'autore non ha eseguito e che copia da altri autori fornendo esiti in perfetta coerenza con la teoria. Gli aspetti formali non raggiungono mai livelli elevati (si incontrano spesso formule non dedotte).

Assenza totale di esempi numerici e nessuna considerazione degli ordini di grandezza delle quantità fisiche coinvolte nei fenomeni studiati.

Grande rilevanza delle applicazioni tecnologiche (macchine per la moltiplicazione della forza, macchine idrauliche, macchine termiche, macchine elettriche, ecc.) ; la fisica assume l'immagine di una tecno-scienza dagli scopi puramente utilitaristici.

Totale assenza di prospettiva storica ; la fisica si presenta come un insieme di leggi perfette senza età e senza storia.

Nessuna considerazione di carattere epistemologico.

ALLEGATO F

Dalla Prefazione della traduzione italiana del PSSC (circa 1963)

E' a questo punto che si manifesta il vero valore epistemologico del libro inteso veramente ad introdurre il metodo con cui si costruisce la descrizione razionale della natura. Il metodo, nuovo rispetto al costume tradizionale del nostro secolo, ma antico nella sua essenza, è pur sempre il "metodo sperimentale" di Galileo da cui purtroppo la visione meccanicistica e matematizzante di fine secolo aveva distolto l'insegnamento della fisica, sì da creare un curioso dualismo nel pensiero dei fisici nell'atto della ricerca e nell'atto dell'insegnamento ; ritenendo a quest'ultimo più adeguato il processo deduttivo sopra quello induttivo che sta invece alla base della scoperta e della invenzione."

ALLEGATO G

Perché questa ragazza [si tratta di una studentessa che sta sostenendo l'esame di Fisica 2], che non è stupida, ma che trova tanto difficile descrivere un condensatore, una volta messa sul binario delle formule corre come una locomotiva ? Sono sicuro che era in buona fede quando, avendo scritto $E = R i$, sosteneva di conoscere la legge di Ohm, ma perché poi non ha saputo calcolare la corrente in quella tale lampadina ? E perché non trovava nulla di strano nell'inverosimile risultato ? [la studentessa aveva candidamente stabilito con il calcolo che in una lampadina elettrica passasse una corrente di 20000 A]. E quello sgorbio informe che era stata la stentata risposta alla richiesta di disegnare un elettroscopio a foglie, era proprio dovuto a inesperienza del disegno, come lei sosteneva, o a mancanza di qualsiasi immagine mentale dell'oggetto da disegnare ?

Il guaio è (pensavo tre me, mentre le onde piane continuavano a propagarsi nel verso dell'asse x

con velocità v), il guaio è che questo sarà, sì, un caso estremo, ma la stessa malattia in forma più o meno grave, è diffusissima in quasi tutti i nostri studenti universitari di Fisica e di Matematica e fisica. E' una malattia che ha diversi aspetti, così che è difficile designarla con una sola parola, ma che in sostanza denota tutto un atteggiamento errato e innaturale dell'allievo di fronte alla fisica. L'aspetto più evidente di questa malattia è uno strano disinteresse per il fenomeno fisico (e ancor più per le sue applicazioni pratiche) congiunto a una lodevole, ma sproporzionata, attenzione rivolta alla formulazione matematica delle leggi, la quale diviene fine a se stessa anziché strumento di rappresentazione e di indagine del mondo fisico. E le formule, si badi bene, sono considerate solo nel loro aspetto algebrico : mai si pensa alla possibilità di sostituire quelle lettere con dei numeri, e a tenerne presenti gli ordini di grandezza che intervengono nei fenomeni reali.”

E. Persico, Che cos'è che non va ?, *Il giornale di fisica*, 1957

ALLEGATO H

1) La riforma Gentile :

- assegna un quadro orario del tutto inadeguato a un buon insegnamento delle materie scientifiche, fisica inclusa ;
- aggiunge una condizione fortemente negativa per un corretto insegnamento della fisica (l'abbinamento della fisica con la matematica) e causa ulteriore dell'impostazione puramente teorica dell'insegnamento della fisica.

2) Le competenze e la visione della fisica ricevute durante il primo biennio universitario di studi vengono travasate dai docenti della Scuola secondaria nel proprio insegnamento trovando piena conferma nell'impostazione dei libri di testo che, specialmente per i licei, sono opera di docenti universitari.

ALLEGATO I

Caratteri fondamentali dei libri di testo di fisica per la Scuola secondaria nel periodo 1940-70 del secolo scorso

- Tipica impostazione fisico - matematica da testo universitario, che procede per definizioni e formule ;
- si danno per noti concetti che sono invece sicuramente viziati dalle preconcezioni del senso comune ;
- i riferimenti sperimentali sono molto scarsi e, comunque, non essenziali ;
- limitatissimi i riferimenti a fenomeni della vita comune che potrebbero stimolare lo studio ;
- uso molto limitato della rappresentazione grafica e, più in generale, della grafica per la chiarificazione dei concetti ;
- problemi di fine capitolo finalizzati per lo più alla semplice sostituzione di valori numerici nelle formule ;
- assenza totale di analisi storica delle teorie e di riferimenti filosofici ed epistemologici ;
- sostanziale identità delle trattazioni per il biennio e per il triennio, che non tiene conto delle diverse capacità logiche e dei diversi interessi degli allievi delle due fasce scolari.

ALLEGATO L

Caratteri fondamentali del PSSC

- Punta al chiarimento di concetti fondamentali come quello di misura, onda, gravitazione, moto, struttura.
- Rivaluta il metodo sperimentale (passando però dal deduttivismo esclusivo della didattica italiana all'induttivismo esclusivo).
- Risponde al quesito :”Come si indaga la natura ?” piuttosto che al quesito : “Quanto sappiamo sulla natura ?” evitando quindi la tendenza enciclopedica.
- Spezza la logica della crescita lineare della conoscenza scientifica da parte degli allievi (tipica di una esigenza più adulta).
- Utilizza piuttosto limitatamente l'apparato formale sfruttando invece ampiamente la rappresentazione grafica.
- Utilizza ampiamente la grafica e le fotografie stroboscopiche per la rappresentazione dei fenomeni.

- Supera la falsa identità : *problema = sostituzione di numeri in formule* ; propone anche problemi teorico - sperimentali.
- A proposito della gravitazione, introduce ampi riferimenti storici (primo esempio del genere nell'insegnamento medio superiore).
- Correda ogni capitolo con riferimenti bibliografici.
- Integra il testo con una collana di monografie scritte appositamente per gli studenti della scuola media superiore e con una serie di documentari scientifici di grande efficacia didattica.

N.B. La diffusione del progetto in Italia è stata piuttosto limitata ; le edizioni del testo sono state quattro, datate 1963, 1973, 1985, 1995, ma il numero di copie vendute per ciascuna edizione è stato dell'ordine delle migliaia.

ALLEGATO M

Caratteri fondamentali del progetto della fondazione Nuffield

- Si propone di sviluppare materiali che possano aiutare gli insegnanti a presentare la scienza in modo vivo, eccitante e comprensibile.
- Accentua fortemente il ruolo dell'attività sperimentale nella acquisizione dei concetti; il laboratorio di fisica coincide con l'aula di fisica.
- Il materiale cartaceo non prevede testi di "teoria" ma solo testi in cui vengono illustrati gli esperimenti e gli apparati sperimentali, e testi di quesiti che stimolano la riflessione sull'attività sperimentale finalizzata ad una sintesi non necessariamente formalizzata (e questo è tanto più vero per i primi tre anni di corso).
- Viene utilizzato un metodo a spirale di crescita delle conoscenze e delle abilità.

ALLEGATO N

Caratteri fondamentali dell'Harward Project

- Pubblicato in inglese nel 1970 ; del comitato scientifico fa parte Gerald Holton, storico della fisica.
- Si compone di 6 volumi di teoria e laboratorio, 6 volumetti di test, 6 volumi di letture complementari.
- I suoi obiettivi fondamentali sono sintetizzabili nei tre seguenti : “Progettare un corso di fisica orientato umanisticamente, attrarre più studenti allo studio della fisica di primo livello, mettere in maggior evidenza i fattori che influenzano l’acquisizione delle scienze nelle scuole (quest’ultimo obiettivo ha comportato una estesa ricerca educativa)”.

In particolare il corso si propone quanto segue.

“1. Aiutare gli studenti ad accrescere la loro conoscenza del mondo fisico concentrandosi sulle idee che caratterizzano la fisica come scienza piuttosto che concentrarsi su segmenti isolati di informazione.

2. Aiutare gli studenti a considerare la fisica come effettiva parte dell'attività umana. Ciò comporta che i contenuti vengano presentati nella loro prospettiva storica e culturale e che si mostri che le idee della fisica hanno una tradizione ed un adattamento evolutivo al mutamento.
3. Accrescere, per ciascun studente, l'opportunità di avere immediate esperienze compensative in campo scientifico anche durante la fase di acquisizione della conoscenza e delle abilità che saranno utili in futuro.
4. Consentire agli insegnanti di adattare il corso all'ampio spettro di interessi e di abilità dei propri studenti.
5. Prendere in considerazione l'importanza dell'insegnante nel processo educativo tenendo conto dell'ampio spettro di situazioni educative esistenti.”

ALLEGATO O

Il progetto privilegia l'aspetto metodologico riguardante i procedimenti sperimentali e concettuali della disciplina, di cui per altro non esaurisce i contenuti disciplinari.”

Esso si propone di far comprendere agli allievi i procedimenti caratteristici dell'indagine scientifica, il continuo rapporto tra costruzione teorica e attività sperimentale, la potenzialità e i limiti delle conoscenze scientifiche.

Il lavoro di laboratorio assume pari dignità dell'attività teorica e diviene luogo della formazione dei concetti e non solo luogo della loro applicazione o, peggio, luogo della pura acquisizione di abilità nell'uso di strumenti.

Il “problema” viene utilizzato come strumento di analisi dei fenomeni che sono oggetto di studio.

Viene previsto l'uso sistematico dell'elaboratore da utilizzarsi in forme e per scopi diversi.

ALLEGATO P

Finalità generali attribuite all'insegnamento della fisica nell'ambito del progetto Brocca (corsi di triennio)

- Concorrere alla formazione culturale dell'allievo.
- Contribuire all'acquisizione di una mentalità flessibile, adatta conseguire una mentalità polivalente.
- Fornire una visione scientifica organica della realtà fisica.
- Comprendere l'evoluzione storica dei modelli di interpretazione della realtà.
- Contribuire a formare una visione unitaria del divenire storico dell'umanità.

Il laboratorio assume il ruolo di “ambiente attrezzato per acquisire metodologie e procedure proprie dell'indagine scientifica, ove si impara a progettare, eseguire, interpretare.”

Gli esperimenti “di studio” devono prevalere su quelli “esercitativi”.

All'attività di laboratorio si deve dedicare almeno il 30% del tempo disponibile.

ALLEGATO Q

Dalle indicazioni metodologiche del progetto

“Il corso “Laboratorio di fisica e chimica” è inteso non come somma di aree distinte che si richiamano a strutture e statuti epistemologici propri della fisica e della chimica ma come un’area capace di cogliere il corpo di quanto di trasversale esiste tra di esse in termini di *metodo, linguaggi, struttura*.

Il termine “laboratorio” sta ad indicare il carattere operativo del “sapere scientifico” che si vuole costruire. Naturalmente ci si riferisce ad una operatività sia mentale che concreta (...) si tratta di educare gli studenti ad imparare (conoscere ed agire) attraverso l’approccio sperimentale.

In questa ottica, l’attività pratica non è intesa come deputata alla “dimostrazione”, né finalizzata esclusivamente alla acquisizione di abilità esecutive. Il laboratorio è invece uno dei luoghi dove lo studente può assumere una ulteriore dimensione culturale: quella legata al “fare” consapevole, all’”agire” sotto il controllo razionale.

(...) I concetti-base previsti dal corso devono emergere dall’azione in situazioni create in modo da poter costruire insieme agli studenti le categorie del conoscere(...)

Saper progettare, saper eseguire e interpretare, alla luce del progetto iniziale, le attività sperimentali [tali sono in

definitiva gli obiettivi necessari] per la costruzione di un sapere efficace.

La fase di interpretazione è opportuno sia limitata all'uso di semplici modelli adeguati allo sviluppo cognitivo degli studenti(...)

Modelli matematici astratti più rigorosi sono più facilmente compresi e utilizzati nel triennio(...)

E' importante invece curare la rappresentazione dei risultati ottenuti con linguaggi adeguati (matematico, grafico, ecc.) e la loro eventuale formalizzazione così da poterne sviluppare le potenzialità esplicative e predittive(...)

La ricerca delle eventuali cause di errore rappresentano dei momenti didattici estremamente formativi.

Per quanto riguarda la fase esecutiva, è opportuno che gli studenti lavorino in piccoli gruppi (...)

Il tempo dedicato al lavoro sperimentale in laboratorio è previsto dell'ordine del 50% del tempo complessivo.

ALLEGATO R

Laboratorio per un biennio

Finalizzato in primo luogo all'acquisizione di conoscenze e di abilità operative.

Si caratterizza per la semplicità operativa delle attività in esso proposte e per la semplicità dei concetti sottostanti.

Esempi :

- la dipendenza forza-allungamento per una molla
- la dipendenza periodo di oscillazione-lunghezza per un pendolo semplice ;
- misure di densità di soluzioni e loro concentrazione ;
- misure di calore specifico con calorimetro delle mescolanze e verifica della legge della calorimetria ;
- verifica della seconda legge della dinamica e considerazioni sul ruolo della forza di attrito ;
- analisi degli effetti di una forza centripeta nel moto circolare ;
- caratteristiche tensione-corrente relative ad elementi resistivi diversi ;
- eccetera

ALLEGATO S

Laboratorio per un triennio.

Maggior contenuto concettuale.

Strumentazione di misura più complessa (che incorpora un maggior contenuto teorico) e di uso più impegnativo.

Può utilizzare la tecnica on-line.

Esempi.

- Analisi dei fenomeni di movimento con tecnica on-line ;
- Studio dei fenomeni d'urto mediante sensore di moto ;
- Esame di un fenomeno di rotazione nel quale sia implicata la conservazione del momento della quantità di moto ;
- Analisi del moto relativo a un pendolo conico ;
- Uso di una bilancia a torsione per l'analisi della legge di Coulomb ;
- Uso di una bilancia elettrodinamica per l'analisi della interazione fra il campo magnetico e la corrente elettrica ;
- Determinazione dell'andamento della tensione o della corrente o della carica in funzione del tempo in un processo di scarica di un condensatore ;
- Determinazione del rapporto carica/massa per un elettrone ;
- Indagine sui fenomeni di interferenza e diffrazione della luce (uso di un reticolo di diffrazione) ;
- eccetera

ALLEGATO T

L'esperimento storico deve riproporre le condizioni di difficoltà concettuali e operative nelle quali veniva effettuato allo scopo di far emergere la difficoltà della verifica di un'ipotesi ed eventualmente la necessità di un mutamento delle ipotesi di partenza.

Esempi.

- L'esperimento relativo al rotolamento di una sfera lungo un piano inclinato terminante con un tratto orizzontale (l'esperimento non pubblicato di Galileo) ;
- L'esperimento di Coulomb con bilancia a torsione dotata di sferette a carica non costante ;
- La pila di Volta ;
- L'esperimento di Oersted con fili sottili e di notevole diametro ;
- La ricerca della legge di Ohm con batterie costituite da elementi a grande resistenza interna ;
- La realizzazione dell'esperimento di Arago e la sua interpretazione ;
- eccetera

ALLEGATO U

L'esperimento "da cattedra" eseguito **durante** la lezione per stimolare l'attenzione e la discussione intorno alle leggi che vengono presentate agli allievi.

Esempi.

- Realizzazione di grafici spazio-tempo e velocità-tempo relativi al moto di un corpo inseguito con tecnica on-line e discussione delle loro relazioni ;
- Discussione di un grafico ottenuto on-line relativo al moto di strisciamento di un corpo su un piano orizzontale prodotto da una forza costante per un tempo limitato ;

- Analisi di un fenomeno d'urto rilevato con tecnica on-line;
- Analisi del movimento di un corpo a momento di inerzia variabile ;

- Rilevamento di un grafico temperatura-tempo relativo al riscaldamento di una certa quantità di ghiaccio tritato fino ad ebollizione ;

- Osservazione della interazione campo magnetico-corrente elettrica in un banco di Ampère ;
- Osservazione della genesi di corrente indotta (esperimenti vari di Faraday) ;
- eccetera

ALLEGATO V

Laboratorio utilizzato nell'ambito di progetti di "miniricerche"

- Uso di pannelli solari e determinazione del loro rendimento nell'ambito di una ricerca sul problema della conversione dell'energia e, più in generale, sul problema energetico (radiazione elettromagnetica, effetto fotoelettrico, solarimetro e sua struttura, caratteristica tensione-corrente del pannello, ecc.).
- Studio delle caratteristiche dell'elettrone : esperimento di Thomson per la determinazione del suo rapporto carica/massa ; esperimento di Millikan per la determinazione della sua carica elettrica ; misure sulla sua diffrazione da minicristalli di carbonio (aspetto ondulatorio).
- Il moto browniano e il dibattito sull'atomismo a cavallo del XIX e del XX secolo. Osservazione al microscopio del moto browniano ; verifica parziale della formula di Einstein ; simulazione del moto ; ricerca storico - filosofica.
- Realizzazione di un telescopio : misure per la verifica della legge dei punti coniugati per una lente sottile ; progettazione e realizzazione di un telescopio galileiano ; visita ad un osservatorio astronomico ; ricerca storica sul ruolo del telescopio nel dibattito fra geocentrismo ed eliocentrismo.

ALLEGATO Z

Sull'elaboratore elettronico nell'insegnamento del Laboratorio di Fisica e Chimica

L'elaboratore elettronico può svolgere in questo corso un ruolo di rilievo, soprattutto per l'elaborazione dei dati e come ausilio nella redazione di relazioni. L'uso dell'elaboratore per la simulazione e per l'interfacciamento degli strumenti presenta dei rischi e vi si deve quindi ricorrere con una certa cautela.

La simulazione di esperienze non deve essere introdotta prima del secondo anno (...)

Anche l'uso di film e audiovisivi può trovare una sua opportuna collocazione per mostrare situazioni non gestibili direttamente a scuola o per ampliamenti, ma non come surrogato dell'esperienza in laboratorio o sostituto della lezione.

Sull'elaboratore elettronico nel triennio del progetto Brocca

L'elaboratore elettronico costituisce un valido ausilio sia per la comprensione delle implicazioni

dei modelli fisici, sia per il confronto critico tra i dati sperimentali e quelli elaborati in base ai modelli.

In particolare potrà essere utile effettuare delle simulazioni come estensione di esperienze effettivamente realizzate in laboratorio oppure in quei casi in cui la sperimentazione risulti troppo difficile o richieda delle apparecchiature troppo complesse.

Comunque deve essere chiaro che la simulazione è un modello limitativo della realtà e dovranno essere esplicitati chiaramente tutti gli elementi su cui tale modello è fondato.

In casi particolari, come ad esempio quando il rilevamento dei dati sperimentali risulti difficile a causa della eccessiva rapidità della fase fenomenica studiata, l'elaboratore può essere vantaggiosamente utilizzato on-line per la gestione e il controllo della strumentazione. Ovviamente sarà utile anche in quei casi in cui si renda necessaria una rapida elaborazione dei dati raccolti.

In ogni caso si tenga presente che l'elaboratore non deve essere sostitutivo della effettiva attività

sperimentale, essendo questa prioritaria e
irrinunciabile.