

**Programma per l'insegnamento della fisica nel triennio
del liceo sperimentale statale «Bertrand Russell» di Roma.**

Vincenzo Calabrò
Liceo-Ginnasio "B.Russell" di Roma
v.calabro@iol.it
<http://users.libero.it/v.calabro>

Premessa

Quella che segue è la proposta di nuovi curricoli di fisica al triennio del liceo scientifico sperimentale che ho proposto alla Presidenza del Liceo. Si tratta di un progetto di insegnamento lineare, motivato nelle sue linee generali, in sintonia con la tradizione della didattica italiana e nello stesso tempo innovativo nelle sue linee procedurali.

Alla Fisica, nell'ordinamento scolastico del Liceo Sperimentale Statale «B. Russell» di Roma, viene attribuito un ruolo importante a tutti i livelli di biennio, triennio e indirizzi scientifico, classico e linguistico sia come disciplina scientifica che educa al ragionamento e al pensiero logico, sia come strumento di descrizione e di interpretazione dei fenomeni della realtà.

I programmi di Fisica nei diversi indirizzi del Triennio del Liceo Sperimentale si differenziano non soltanto per il grado di approfondimento delle idee sviluppate ma anche per quantità di contenuti e per strumenti didattici utilizzati.

Quadro orario settimanale

| INDIRIZZO | 1°TRIENNIO | 2°TRIENNIO | 3°TRIENNIO |
|-------------|------------|------------|------------|
| Classico | 2 | 2 | 2 |
| Scientifico | 3+1 | 3+1 | 3+1 |
| Linguistico | 2 | - | - |

Linee direttive previste dalla nuova ipotesi di sperimentazione e raccomandazioni per il corso di fisica nel triennio del liceo sperimentale «B.Russell».

Le più recenti proposte di Nuovi Programmi di Fisica per il Triennio nei licei mostrano una crescente attenzione nei riguardi dell'importanza formativa e culturale della Fisica. Le più importanti caratteristiche didattiche che riguardano l'innovazione prevedono:

una ridefinizione degli obiettivi che sottolineano sempre più l'importanza della comprensione, da parte

degli studenti, dei procedimenti caratteristici dell'indagine scientifica in relazione all'acquisizione di una cultura scientifica sintonizzata sulla fondamentale questione del metodo sperimentale;

- una indicazione di metodo che assegna alle attività di laboratorio un ruolo di dignità pari a quello che compete all'elaborazione teorica dei contenuti;
- una individuazione dei contenuti attraverso la designazione di temi generali e la scelta di nuclei concettuali portanti che permettano finalmente di sviluppare temi di Fisica Moderna.

Considerato che il Triennio di una scuola liceale si pone non già come base formativa per i giovani bensì come fondamento culturale orientato sia all'inserimento nel mondo del lavoro, sia come proseguimento degli studi all'Università si ritiene essenziale partire dai seguenti presupposti validi nella loro interezza solo per i due indirizzi *scientifico* e con alcune limitazioni, *classico* (per l'indirizzo *linguistico* il corso ha durata annuale e per esso valgono solo evidentemente come indicazioni di metodo).

1. MOTIVAZIONI

Il punto di partenza di un qualsiasi progetto curricolare deve riguardare necessariamente gli studenti ai quali esso è rivolto.

Fra gli studenti liceali, a cui questo progetto è rivolto, ve ne sono alcuni (pochi per la verità) che sono in possesso di qualità logiche e di ragionamento formali considerevoli. Questi allievi sono interessati agli aspetti formali della disciplina e al suo rigore. Vi è poi una larga massa di studenti (la maggior parte) che non hanno ancora raggiunto la pienezza delle loro capacità logiche e/o hanno altri tipi di interessi (sono quelli che da adulti diranno *"della fisica non ho mai capito nulla"*) e che studiano faticosamente per memorizzare qualcosa in vista dell'esame.

Con la consapevolezza di voler fare un lavoro utile è necessario in queste condizioni proporre dei contenuti che, per questa ultima tipologia di studenti, abbiano la doppia veste di essere presentati in una forma comprensibile e non "terroristica" e di riuscire a dare loro l'impressione di imparare qualcosa di potenzialmente interessante senza essere d'altra parte squallidi e privi di interesse per i primi. Occorre cioè cercare di far leva sui probabili interessi dei ragazzi e dar loro una motivazione allo studio della fisica, intesa come qualcosa di diverso e autonomo rispetto alla matematica e alle altre scienze sperimentali. Inoltre occorre dare loro una gratificazione in termini di acquisizione di strumenti intellettuali che possano servire a capire problemi di interesse più generale.

Il Liceo Sperimentale Statale «B.Russell» si propone di insegnare agli allievi una fisica in cui si punti sulle considerevoli idee unificanti, insegnando a risolvere i problemi trasversali ai vari capitoli in cui si può dividere la disciplina, perchè soltanto quelli possono essere interessanti.

2. IMPOSTAZIONE

Il presupposto pedagogico da cui muovono i Nuovi Programmi di Fisica è la creazione di un modello culturale che non privilegi esclusivamente l'apprendimento di nozioni solo astratte ma che preveda esplicitamente l'interazione tra dimensione teorica, dimensione empirica e dimensione storico-epistemologica.

Gli elementi didattici e metodologici che caratterizzano l'insegnamento della fisica si possono pertanto ricondurre sostanzialmente a tre elementi:

1. Un'enfasi su una logica di programmazione educativa, in cui si dà soprattutto importanza agli **obiettivi di ordine generale**, con particolare attenzione a quelli formativi, e agli **aspetti metodologici**. Il programma viene allora visto più come un curriculum che come elenco di contenuti.
2. Un'enfasi per gli **aspetti sperimentali** della fisica, dando un valore primario all'attività di laboratorio condotta dagli allievi in prima persona.
3. Una selezione *filtrata* dei contenuti, dando il giusto peso a quei temi che sono stati oggetto di ricerca scientifica nel corso dell'ultimo secolo e che hanno radicalmente cambiato la nostra visione del mondo.

Le principali idee che stanno dietro all'impostazione del corso di Fisica del Triennio sono riconducibili ai due seguenti punti irrinunciabili:

A) Le nozioni, le leggi e le esperienze della fisica (anche se ci limitassimo alla sola fisica classica) sono troppe per essere contenute nel tempo scuola che è stato assegnato dal D.M. della Sperimentazione nel Triennio, e comunque l'insegnamento di tutti questi elementi serve a ben poco se essi vengono dimenticati entro sei mesi dall'esame di maturità. *Occorre fare delle scelte, e conviene privilegiare gli aspetti concettuali, le idee unitarie che permettono una visione generale di sintesi dei fenomeni, proponendo così uno strumento interpretativo piuttosto che un insieme di formule.*

Dunque si fa la scelta di *enfaticizzare il quadro concettuale piuttosto che quello analitico*, privilegiando appunto le idee unitarie trasversali e attirando regolarmente l'attenzione sul rapporto esistente fra schematizzazioni teoriche e situazioni fattuali;

B) E' inammissibile che i programmi di fisica dei licei scientifici tradizionali di ordinamento terminano con la sintesi maxwelliana. L'esistenza di una struttura microscopica e submicroscopica della materia è ormai patrimonio comune che il ragazzo acquisisce (talora in modo distorto) fin dalla scuola media e poi in corsi di chimica e biologia e prima ancora dai mass media e addirittura attraverso il linguaggio comune.

Il corso di fisica del Triennio deve porsi come obiettivo prioritario quello di mettere ordine in queste idee confuse, non tanto per *dimostrare* l'esistenza degli atomi con argomenti di interesse ormai esclusivamente storico, quanto per far capire come il modello atomico sia una potente chiave interpretativa da utilizzare nei campi più diversi della disciplina.

E' evidente poi che ciò non significa che è obbligatorio discutere la struttura atomica in termini di equazione di Schrodinger, ma in un'ottica di approccio qualitativo o, meglio, semiquantitativo.

Un analogo discorso dovrebbe essere effettuato per le tematiche inerenti alla Relatività: l'esistenza di una visione relativistica dei fenomeni è argomento troppo importante per essere disatteso.

3. CONDIZIONI D'INGRESSO

Si dà per scontato che lo studente del Triennio di Liceo Sperimentale ha acquisito nel Biennio un quadro conoscitivo abbastanza completo degli elementi metodologici che stanno a fondamento dello studio della Fisica. Tuttavia, le mete educative raggiunte nel Biennio non consentono all'allievo di possedere una prospettiva sicura e un quadro certo dei concetti e delle idee guida che caratterizzano la disciplina.

Si suppone, inoltre, che per disporre di una corretta chiave di lettura della Fisica, è necessario il possesso di tutta una serie di strumenti, di capacità, di abilità, di atteggiamenti e di comportamenti di tipo logico ed espressivo che l'allievo, all'inizio del Triennio, non possiede.

E' necessario, quindi, che i docenti di Fisica del Triennio, in particolare quelli del 1° Triennio, tengano conto di queste indicazioni ed effettuino una opportuna riflessione stimolatrice per permettere ai discenti una graduale attività di appropriazione sia dei concetti fondamentali della disciplina, sia del formalismo matematico necessario. Ciò nella prospettiva di corrispondere agli interessi dei giovani, contribuendo così a maturare l'esigenza di uno studio sistematico, rigoroso e significativo della disciplina in oggetto.

E' ampiamente riconosciuto che l'acquisizione di conoscenze scientifiche ben strutturate e del metodo d'indagine della ricerca scientifica realizzati attraverso l'insegnamento delle scienze sperimentali, e fra queste in particolare della Fisica, ha un ampio e significativo valore formativo per i giovani che, attraverso la scuola, si preparano all'inserimento in una società largamente caratterizzata dalla Scienza e dalla Tecnologia.

Affermare che la Fisica è disciplina *formativa*, ossia idonea a sviluppare in chi studia una mentalità scientifica, non è esagerato. Come è noto questa scienza, costituendo il naturale ponte di collegamento di tutte le scienze naturali è in grado di svolgere efficacemente un'azione notevole nella formazione culturale e scientifica dei giovani.

Il metodo più idoneo è quello di seguire la prassi di studio della ricerca scientifica. Tale metodo presenta pregi singolari nei confronti di tutti gli altri metodi consistenti :

- nel suo carattere dinamico che risulta in perfetta sintonia con l'essenza stessa della scienza (l'uomo si trova continuamente dinanzi a nuovi fenomeni e a nuove conseguenze per cui diventa fondamentale ricercare nuove interpretazioni);
- nell'abituare la mente di chi lo adotta ad essere aperta e pronta a non considerare le proprie conoscenze come ultime e definitive; a trattenere solo le conoscenze importanti e aggiornate; a ripudiare le conoscenze dubbie o artificiosamente costruite. Questo atteggiamento intellettuale è quanto mai utile ai nostri tempi perchè la miriade di informazioni che i *media* indirizzano alla nostra mente se non venissero attentamente selezionate come indicato invece di accrescere ordinatamente la quantità di conoscenze (il sapere umano) già in nostro possesso, potrebbe disorientare e addirittura rendere incapaci di intendere i giovani del senso corretto delle informazioni stesse;
- nell'impedire il nascere di alcuni equivoci, cioè ostacolare l'idea di ritenere che le conoscenze scientifiche siano delle verità inalterabili ed eterne in quanto le verità scientifiche sono sempre interpretazioni, ossia frutti della mentalità dell'uomo e in quanto tali in grado di sviluppi e quindi modificabili; di ritenere che nella scienza ogni tentativo venga coronato da un successo positivo poiché chi attua il metodo della ricerca scientifica osserva che l'indagine scientifica comprende anche insuccessi ed errori.

4. FINALITA'

L'insegnamento della Fisica, negli ultimi tre anni della scuola secondaria superiore, assieme a quello delle altre discipline scientifiche della quali non bisogna mai dimenticarne l'importanza, si prefigge di conseguire sia dal punto di vista contenutistico, sia dal punto di vista metodologico mete formative.

Lo studio della Fisica nel Triennio del Liceo Sperimentale Statale «B.Russell» di Roma concorre,

attraverso l'acquisizione delle metodologie, delle competenze, dei livelli di padronanza e delle conoscenze specifiche della disciplina, alla **formazione della personalità** dell'allievo.

Esso favorisce lo sviluppo di una cultura armonica tale da consentire una **comprensione critica e propositiva** del presente e permette di costituire una **solida base** per la costruzione di una professionalità polivalente e flessibile.

Nell'ambito delle mete educative generali del Liceo, lo studio della Fisica contribuisce a preparare gli allievi a vivere nella società, fornendo loro gli **strumenti indispensabili** di interpretazione della realtà, affinché essi non si trovino disarmati di fronte alle sempre più complesse relazioni che legano la vita odierna con il sapere scientifico e tecnologico.

Lo studio della Fisica deve pertanto **promuovere la formazione e l'utilizzazione di categorie che permettano l'analisi scientifica, storica ed epistemologica del patrimonio culturale creato dalle scienze fisiche.**

L'orientabilità a obiettivi didattici, e quindi l'attività di Programmazione Didattica a livello di OO.CC. del Liceo, che si tenta di precisare con queste Linee Direttive, viene considerata importante premessa per un'efficace pianificazione e realizzazione dell'insegnamento della Fisica.

5. OBIETTIVI DIDATTICI

L'insegnamento della Fisica, in sintonia con le finalità generali del Liceo previste dalla Ipotesi di Sperimentazione, in relazione alle finalità dell'insegnamento della Fisica nel Biennio Sperimentale e in stretto raccordo con le altre discipline scientifiche, si propone di conseguire una serie di traguardi didattici ed educativi che siano il naturale sbocco conclusivo delle attività di insegnamento-apprendimento maturate durante l'intero l'arco delle esperienze quinquennali.

E' opinione ormai largamente condivisa che nelle discipline del Triennio si debba attribuire importanza predominante ad una trattazione più organica, coerente e sistematica, corredandola di adeguati elementi di informazione e formalizzazione, senza naturalmente tralasciare gli aspetti metodologici che hanno costituito il centro delle attività precedenti.

Agli obiettivi per il Biennio che rimangono sempre validi, si aggiungono quelli specifici per il livello di età (stadio di sviluppo intellettuale *astratto-formale*) a cui si rivolge e per il tipo di formazione che si vuole raggiungere.

In questa prospettiva, obiettivo dell'insegnamento della Fisica nel Triennio è che gli allievi sappiano :

- 1) applicare correttamente, comprendendone l'importanza, il metodo scientifico (metodo galileiano), inteso sia come metodo di studio, sia come metodo di indagine per l'analisi di questioni o problemi scientifici, sia infine come metodo sperimentale di laboratorio;
- 2) riconoscere i fondamenti istituzionali, la coerenza interna e lo statuto epistemologico della disciplina;
- 3) utilizzare in maniera appropriata il linguaggio tecnico e formale;
- 4) reperire e utilizzare criticamente informazioni, facendo anche uso di documenti originali quali memorie storiche, articoli scientifici e divulgativi, ecc...;
- 5) intervenire in prima persona nella progettazione di qualche esperimento particolarmente significativo, riconoscendo l'importanza dei vari momenti (di impostazione teorica, di indicazione della precisione delle misure e della sensibilità degli strumenti, di possibili soluzioni tecnologiche, di elaborazione e interpretazione dei dati anche mediante l'uso di tecnologie informatiche come il microcomputer, di limiti di validità del modello e delle leggi fisiche, ecc...);
- 6) intervenire in discussioni particolarmente rilevanti, distinguendo gli aspetti scientifici dai presupposti

ideologici, filosofici, religiosi ed economici;

7) muoversi a proprio agio e con sicurezza intorno alle questioni e alle implicazioni di carattere storico che ineriscono alla ricerca della genesi storica dei concetti della Fisica, in modo tale da permettere all'allievo la possibilità di comprendere il filo logico che lega le idee della Fisica.

6. CRITERI DIDATTICI E INDICAZIONI METODOLOGICHE

I Nuovi Programmi di Fisica per il triennio sono sintonizzati su una linea metodologica che tiene presenti i seguenti criteri :

1. La trattazione non deve risolversi in una presentazione «antologica e nozionistica» dei vari argomenti, ma deve essere articolata in un programma organico, coerente e sistematico che deve tener conto del quadro generale-culturale nel quale situare i vari apprendimenti. In particolare, l'insegnamento dei contenuti essenziali della disciplina deve tener conto dei vari agganci di tipo matematico-storico-filosofico-epistemologico della conoscenza scientifica. In questa prospettiva i programmi che seguono non indicheranno una rigida e imm modificabile successione di argomenti (Programmi *Prescrittivi*), ma consentiranno scelte unificanti e percorsi didattici ampi, diversificati e coerenti (Programmi *Indicativi*) secondo la personale valutazione del docente e in stretto rapporto con le scelte del Consiglio di Classe in sede di Programmazione Didattica. Si ribadisce dunque che la scelta e la distribuzione dei contenuti non è vincolante nel senso che non devono essere intesi come *un elenco asettico e rigido di temi da svolgere completamente* ma un *campo di lavoro* all'interno del quale operare delle scelte;

2. I contenuti proposti sono individuati a partire dalla loro rilevanza culturale, anche in relazione alla specificità dei singoli indirizzi, nella consapevolezza che la professionalità di base debba essere perseguita mediante il concorso di tutte le discipline di indirizzo;

3. Il collegamento con il terreno di indagine particolare di ogni indirizzo non deve distogliere il docente dalla necessaria attenzione alle tematiche di maggior rilievo sviluppate autonomamente dalla Fisica e, in particolare, alle grandi sintesi operate dalla Fisica Moderna.

Dovrà, poi, essere posto in rilievo il sempre più stretto legame tra Scienza, Tecnologia e Società.

Sul piano della metodologia dell'insegnamento della Fisica, sono da considerare fondamentali quattro momenti interdipendenti e non subordinati :

- a) il momento della elaborazione teorica;
- b) il momento della elaborazione sperimentale;
- c) il momento della applicazione pratica dei contenuti acquisiti;
- d) il momento della riflessione storico-epistemologica.

Quest'ultimo momento, che si aggiunge ai primi tre presenti nelle indicazioni metodologiche del Biennio, è da intendere come il tentativo di fare apparire la Scienza nella sua concretezza, evitando di ridurre l'insegnamento ad una paccottiglia di fatti sperimentali, di assiomi, di dogmi, di leggi, di teorie che ben poco o nessun legame sembrano avere con il tempo e con la realtà della particolare società in cui dette teorie sorsero o si svilupparono.

In poche parole si tratta di ricercare, per quello che è possibile dalle limitazioni di orario e senza pretese di esaustività, la genesi storica dei concetti della Fisica e fornire la possibilità agli allievi di comprendere il filo logico che lega le idee della Fisica.

In prospettiva sincronica e diacronica, i quattro momenti sono attraversati e intersecati dal metodo scientifico. Più esplicitamente si prevede :

(i) la **presentazione problematica** degli argomenti da studiare, nel senso che non ci si deve limitare a esporre "*come stanno le cose*", cioè a fornire la spiegazione scientifica dei fenomeni studiati ma si deve cercare di guidare lo studente a ricostruire questa spiegazione, un passo alla volta, partendo sempre dall'analisi di un fenomeno reale e svolgendo su di esso il lavoro di indagine sperimentale e di riflessione teorica che caratterizza il "metodo scientifico", in modo da privilegiare con equilibrio l'aspetto formativo e quello logico-matematico rispetto a quello nozionistico;

(ii) il **riferimento continuo e costante alla parte sperimentale**, vista non tanto come momento di verifica quanto come «cammino da percorrere» per arrivare alla scoperta (riscoperta personale) delle leggi di comportamento della natura;

(iii) **l'uso intensivo e privilegiato dello strumento grafico** come metodo di analisi e di elaborazione dei dati sperimentali. Si desidera insistere particolarmente su questo punto, perché si ritiene che l'uso dei diagrammi cartesiani, nello studio dell'andamento delle funzioni, dell'interpretazione fisica dei grafici costituisce sicuramente uno dei momenti più importanti e significativi del discorso scientifico.

A tale riguardo è da considerare particolarmente importante e rilevante il collegamento pluridisciplinare con la Matematica e le Scienze che devono essere viste, dal docente di Fisica, come le discipline più affini al corso di Fisica sia per i particolari contenuti sviluppati, sia per i peculiari metodi di indagine e linguaggi utilizzati. Altrettanto interesse deve essere dato al lavoro pluridisciplinare con il docente di Storia e di Storia della Filosofia per i particolari legami che correlano la dimensione scientifica e i fatti della Fisica con gli aspetti storici ed epistemologici della Scienza.

TRACCIA CURRICOLARE

CLASSE 1° TRIENNIO

Tema n.1 - LA TEORIA NEWTONIANA DEL MOTO

Elementi fondamentali di Meccanica Classica.

- La descrizione del moto : cinematica vettoriale del punto materiale;
- La spiegazione del moto : dinamica vettoriale del punto materiale;
- La gravitazione universale e il concetto di campo vettoriale;
- I principi di conservazione della q.d.m., dell'energia e del momento della q.d.m.
- La Relatività galileiana e il problema dei Sistemi di Riferimento.

CLASSE 2° TRIENNIO

Tema n.2 - LA TEORIA TERMODINAMICA

Elementi fondamentali di Termodinamica Classica e di Meccanica Statistica.

- Principi classici di Termodinamica;
- Teoria Cinetica dei gas e interpretazione statistica;
- Cicli termodinamici e interpretazione entropica del 2° Principio della Termodinamica;

Tema n.3 - LA TEORIA MECCANICA DELLE ONDE E L'OTTICA

- Elementi fondamentali di Meccanica delle onde;
- Aspetti fisici inerenti i modelli della luce e Ottica Fisica.

CLASSE 3° TRIENNIO

Tema n.4 - LA TEORIA ELETTROMAGNETICA DI MAXWELL

Elementi fondamentali di Elettromagnetismo.

- Teoria dei campi e interazioni elettriche e magnetiche;
- Campi elettrici e magnetici costanti e variabili nel tempo;
- Le equazioni di Maxwell;
- Teoria delle onde elettromagnetiche;

Tema n.5 - LA TEORIA DELLA RELATIVITA' E LA TEORIA DEI QUANTI

- Elementi fondamentali di Teoria della Relatività Ristretta di Einstein: cinematica e dinamica relativistica;
- Elementi fondamentali di Meccanica Quantistica;
- Cenni di Fisica Nucleare e di Fisica delle Particelle Elementari.

7. COMMENTO AI CONTENUTI

I Nuovi Programmi di Fisica del Triennio sono da considerare sintonizzati su due diverse, ma convergenti, direttrici.

Da un lato sono sintonizzati su un Progetto di Curricolo completo ed organico, nel senso che oltre ai contenuti specifici della disciplina, selezionati e organizzati nell'ambito di un quadro generale, sono presenti finalità, obiettivi didattici, indicazioni metodologiche, aspetti docimologici e informazioni inerenti ai collegamenti interdisciplinari. Dall'altro lato sono sintonizzati tenendo conto dei Nuovi Programmi di Fisica del Biennio.

In estrema sintesi si conviene caratterizzare lo spirito dei Nuovi Programmi di Fisica del Triennio affermando che l'insegnamento della Fisica, in una visione essenziale, si deve articolare intorno a cinque teorie fondamentali tra loro connesse e mutuamente inseparabili.

Esse sono :

1. TEORIA DEL MOTO DI NEWTON (Meccanica Classica);
2. TEORIA TERMODINAMICA (Termodinamica Classica e Statistica);
3. TEORIA ELETTROMAGNETICA DI MAXWELL (Elettromagnetismo Classico);

4. TEORIA QUANTISTICA (Struttura della materia);

5. TEORIA DELLA RELATIVITA' (Relatività einsteiniana).

Nel tentativo di rendere la presentazione dei NPF leggibile e coerente si ritiene di basare tutta l'illustrazione su un elemento che si ritiene basilare : quello secondo il quale per conoscere la Fisica è indispensabile conoscere le «Teorie fisiche».

A livello generale, ciò significa conoscere quel tipo di sapere organizzato, o, se si vuole, di intero complesso di conoscenze che riguarda un certo ambito della realtà e che possiede la capacità di descrivere, spiegare, interpretare e prevedere i fenomeni naturali.

In questa prospettiva la PRIMA FONDAMENTALE TEORIA che è necessario conoscere è quella che si è chiamata di Newton che riguarda l'importante teoria del moto in Meccanica Classica e che, come è noto, si interessa del movimento dei corpi (cinematica del punto), dei tre principi della dinamica, della relatività galileiana, del concetto classico di campo, della legge di gravitazione universale con i suoi importanti sviluppi in Astronomia, e di quel complesso di concetti, di idee, relazioni, grandezze fisiche che ruotano intorno alla q.d.m., all'energia, al momento angolare e ai relativi principi di conservazione nei sistemi isolati.

La SECONDA FONDAMENTALE TEORIA è quella che si riferisce alla Termodinamica trattata dal doppio punto di vista macro- e microscopico.

In chiave macroscopica sono i due principi che assumono la veste di centro propulsore delle attività di studio e di apprendimento per l'analisi dei più importanti fenomeni termici (trasformazioni e cicli termodinamici, variazioni di entropia in trasformazioni reversibili ed irreversibili, ecc...).

In chiave microscopica, invece, l'interesse verte su elementi di Meccanica statistica, sul 3° principio di Nerst, la Teoria cinetica dei gas e gli aspetti moderni di ordine, disordine, reversibilità, irreversibilità, entropia, probabilità e informazione.

In ogni caso al centro dell'interesse deve esserci la comprensione delle proprietà dei sistemi composti da un gran numero di particelle.

E' appena il caso di sottolineare che la teoria statistica conduce a certi risultati del tutto indipendenti dai modelli, e interagisce, in maniera fortemente pluridisciplinare, con il corso di Matematica di cui non si devono perdere mai di vista i nessi e i collegamenti (Calcolo delle Probabilità, Logica Matematica Classica, ecc..).

In breve, si dovrà cercare di costruire un solido ponte tra parametri macroscopici da una parte e concetti molecolari e statistici dall'altra.

La TERZA FONDAMENTALE TEORIA è quella di Maxwell che si interessa di elettromagnetismo, cioè la teoria del campo elettromagnetico che unifica, e fonde, in una sintesi di grande eleganza e semplicità elettricità, magnetismo ed ottica.

Si suggerisce di non fare più distinzione, almeno ad un primo livello di approfondimento e di formalizzazione, tra le vecchie categorie di Elettrostatica, Magnetismo naturale, Elettrodinamica, Ottica geometrica, Ottica fisica, Spettroscopia, ecc.... che si ritengono, al giorno d'oggi, superate.

La QUARTA FONDAMENTALE TEORIA è quella di Einstein intorno alla Relatività Ristretta, con le sue importantissime conseguenze e implicazioni non solo di tipo fisico, ma anche, come è noto, filosofico.

La QUINTA, e ultima, FONDAMENTALE TEORIA, che caratterizza l'insegnamento della Fisica a livello di Triennio, è quella quantistica che inerisce non soltanto alla fisica atomica, e quindi alle

implicazioni di tipo indeterministico che vanno da Bohr ad Heisenberg attraverso il dualismo ondulatorio-corpuscolare, ma anche alla Fisica Nucleare e, in particolare, a elementi di Fisica delle Particelle elementari.

Sarebbero risorse sprecate e inutili quelle impegnate da un Liceo Sperimentale che non prevedessero la possibilità per i giovani dell'ultimo anno di venire a contatto con argomenti così pregnanti e significativi come quelli che riguardano queste due ultime teorie fondamentali del pensiero scientifico, intese da molti, come le due più potenti esplosioni del pensiero umano del XX secolo.

Nell'ultimo anno di corso, in aggiunta a tutto ciò, si suggerisce l'utilizzazione di alcuni momenti di studio volti a stimolare attività di riflessione e di approfondimento critico delle nozioni apprese negli anni precedenti, nel duplice intento di recuperare una chiara riappropriazione e consapevolizzazione dei concetti appresi in precedenza e nella prospettiva di formalizzare una preparazione più consona e adeguata agli esami di maturità.

L'intento generale è tuttavia quello di dedicare maggiore attenzione alla dimensione storico-critica degli argomenti trattati per mettere lo studente in condizioni di comprendere, criticamente, l'evoluzione del pensiero scientifico dai primi filosofi greci a Galileo, da Newton e Maxwell ad Einstein, evitandogli l'impressione che la Scienza sia un fatto compiuto, dogmatico e definitivo.

L'ordine con cui sono stati elencati i cinque nuclei tematici può anche non essere rispettato.

Naturalmente i contenuti dell'insegnamento della Fisica sono molto più numerosi e articolati di quelli fin qui evidenziati. Essi sono, comunque, sempre riconducibili ai cinque temi fondamentali identificati e si pongono nei loro confronti a una distanza maggiore a seconda degli aspetti marginali e periferici che essi toccano.

Ai fini di un corretto insegnamento della Fisica sarà poi opportuno identificare la rilevanza di un contenuto, perché non accada che tematiche del tutto marginali e inessenziali appaiano come importanti e viceversa.

Un'ultima puntualizzazione. Sembra importante, a mo' di riepilogo, evidenziare ciò che i Nuovi Programmi di Fisica del Triennio non dovrebbero essere. Essi, cioè :

- non dovrebbero prevedere la trattazione di troppe nozioni ma, viceversa, dovrebbero sviluppare pochi temi significativi;
- non dovrebbero trascurare la dimensione sperimentale, vero asse portante del corso, e, quindi, dovrebbero prevedere l'utilizzazione di momenti significativi di attività empirica in Laboratorio in chiave progettuale;
- non dovrebbero far dimenticare la possibilità di effettuare interventi significativi nel campo della interdisciplinarietà, con particolare riferimento all'utilizzo di tecnologie informatiche;
- non dovrebbero trascurare la dimensione formativa della disciplina, nel senso che dovrebbero contribuire alla formazione scientifica anche di coloro che non faranno più uso della Fisica nella loro futura attività professionale;
- non dovrebbero, per ultimo, far dimenticare che il proporre una serie di contenuti ha lo scopo di permettere di conseguire certi obiettivi didattici, ben precisi e verificabili, piuttosto che altri (i contenuti sono indicativi, ma gli obiettivi sono, e devono essere, prescrittivi!).

8. RUOLO DEL LABORATORIO DI FISICA

Il Laboratorio è il luogo in cui si svolgono dei processi fondamentali sul piano psicopedagogico. Le attività in esso svolte, a prescindere dal valore formale dei concetti presentati, sono altamente

significative in quanto consentono un approccio alle attività empiriche che sono fondamentali per un corretto e completo sviluppo psichico.

Un aspetto non secondario è costituito inoltre dalla capacità che queste discipline hanno di suscitare curiosità e interesse negli allievi: presupposto irrinunciabile di ogni serio processo educativo. Dunque il *Laboratorio* è parte integrante del progetto educativo e il ruolo che esso svolge è essenziale nell'insegnamento della Fisica, essendo essa una scienza sperimentale.

Sovente quest'ultima viene insegnata (soprattutto nei licei tradizionali) senza sperimentazione alcuna, o, al massimo, accompagnando le spiegazioni con qualche esperienza dalla cattedra.

E' da considerare particolarmente grave che alcuni insegnanti rifiutino in partenza la sperimentazione fisica come efficace strumento didattico.

Il processo di realizzazione di una esperienza, di interpretazione dei dati, di formulazione di ipotesi e di modelli, di astrazione di una legge e di successiva organizzazione di più leggi in teorie è invece estremamente formativo, poiché costringe l'allievo ad essere non più spettatore passivo, ma protagonista di un lavoro, cioè a costruire, con l'aiuto e la guida dell'insegnante il proprio edificio scientifico, con indubbia motivazione al lavoro stesso.

Se è vero che il passaggio dal concreto all'astratto segna una crescita nella mente dell'individuo, è allora anche vero che solo uno studio della Fisica concepito in tal modo può, a ragione, dirsi formativo. Ciò perchè :

- contribuisce direttamente al graduale passaggio degli allievi da uno stadio di sviluppo intellettuale concreto-operazionale ad uno formale-astratto;
- integra consapevolezza teorica ed operatività manuale, permettendo di superare la separazione innaturale ed artificiale fra le due Culture, attribuendo pari dignità e valore ai vari aspetti dell'attività umana, intellettuale e tecnico-pratica;
- permette di acquisire capacità critica tramite il processo di analisi dei dati, di scelta delle ipotesi, di sintesi globale;
- realizza operativamente la linea metodologica del metodo sperimentale, abituando gli allievi ad un «habitus» mentale veramente scientifico e fornisce loro, di riflesso, un ampio spettro di polyvalenze di capacità e conoscenze.

Il corso di Fisica deve avere (come esplicitamente previsto dal D.M. attuativo della Sperimentazione) un'impostazione unitaria senza fratture tra teoria e laboratorio, in maniera tale che l'allievo con l'attività di laboratorio, intesa come sopra, possa raggiungere le seguenti abilità e conoscenze :

1. abituarsi ad esaminare un fenomeno fisico nella sua globalità e nei suoi aspetti particolari, a riconoscerne le variabili, e a imparare a variarne una per volta, tenendo costanti tutte le altre;
2. scontrarsi direttamente con il problema delle incertezze e degli errori di misura e, quindi, riconoscere l'ordine di approssimazione delle proprie astrazioni; imparare ad usare le cifre significative; ad interpolare ed estrapolare un grafico e a interpretarne il significato;
3. imparare a riconoscere l'ambito di validità delle leggi trovate e, quindi, a non confondere i risultati ottenuti con le loro estrapolazioni, la realtà fisica con i modelli costruiti, e, conseguentemente, a riconoscere la necessità, o meno, di ulteriori esperienze, a sostegno delle ipotesi formulate;
4. imparare a valutare gli ordini di grandezza;
5. prendere dimestichezza con gli strumenti di misura, imparare a ottimizzarne l'uso e a riconoscerne i limiti.

Per il conseguimento degli obiettivi sopra indicati la condizione necessaria e sufficiente è che la sperimentazione per quanto possibile e compatibilmente con la dotazione di materiali e apparecchiature

di laboratorio venga direttamente condotta dallo studente lavorando in piccoli gruppi e che il laboratorio sia agibile per *almeno due ore settimanali* per classe.

Premesso che il D.M. relativo alla Sperimentazione del Liceo "B.Russell" prevede esplicitamente ed obbligatoriamente nell'indirizzo scientifico prove orali e pratiche, discende che l'uso del *Laboratorio* nella didattica della fisica deve rappresentare un momento non marginale dell'insegnamento scientifico.

Il progetto di insegnamento prevede che la sperimentazione metta in pratica attività empiriche che aiutino l'allievo a sviluppare conoscenze e capacità attraverso il lavoro di laboratorio, discutendo con compagni e insegnanti le tematiche oggetto di indagini sperimentali.

Nel ribadire la necessità pedagogica di utilizzare il *Laboratorio* nell'insegnamento della fisica premettiamo che finalità del laboratorio è, e rimane, l'apprendimento del *metodo della ricerca scientifica di gruppo* basato, come è noto, sulla possibilità di avanzare ipotesi e sviluppare procedure di scoperta che garantiscano la necessaria integrazione della pratica con l'analisi critica.

Questa finalità è sostenuta dalle seguenti argomentazioni:

1) la fisica non è solo esercizio logico-matematico e quindi necessita di un approccio metodologico che non sia solo quello matematico-deduttivo (fisica del gesso);

2) la fisica viene svolta dai ricercatori a gruppi e quindi è opportuno che gli allievi si abituino a questo metodo di lavoro;

3) l'allievo sviluppa in laboratorio particolari capacità manuali e pratiche, assai utili come antidoto all'astrattezza degli studi liceali e come ponte verso la vita quotidiana che è sempre più improntata al rapporto uomo-macchina;

4) vi sono indubbi vantaggi psicopedagogici nell'introduzione di una scuola attiva in cui siano gli allievi stessi a lavorare e nella quale l'insegnante intervenga come organizzatore ed animatore, come guida alla ricerca, come esperto: in modo quindi non autoritario in senso tradizionale, ma con l'autorità che gli deriva dalla disponibilità alla ricerca e dalla conseguente riqualificazione del suo ruolo;

5) il manuale e l'insegnante non devono essere accettati come i depositari di tutta la *verità scientifica*, in quanto, come è ben noto, le teorie scientifiche si sono modificate storicamente nel tempo mediante evoluzioni e rivoluzioni. E' quindi opportuno che venga dibattuto all'interno dei gruppi di allievi quale sia il processo storico interno alla fisica, come e perché le teorie scientifiche si sono storicamente determinate ed affermate, quali siano state le rivoluzioni scientifiche e come siano avvenute.

In sintonia con i dettati precedenti definiamo gli obiettivi pedagogici e metodologici (obiettivi di formazione) del lavoro di gruppo in laboratorio del triennio liceale riferiti naturalmente alla sequenza di contenuti previsti dal programma di fisica.

Distinguiamo due ordini di obiettivi:

Obiettivi di metodo scientifico

Per raggiungere gli obiettivi di *metodo* occorre sviluppare negli allievi particolari capacità ed abilità, quali:

1. *saper osservare;*
2. *saper descrivere (rapporti fra linguaggio del senso comune e linguaggio scientifico);*
3. *saper usare semplici tecniche e strumenti di laboratorio;*
4. *saper identificare e separare le variabili da cui dipende un fenomeno;*
5. *saper formulare ipotesi;*
6. *saper organizzare esperienze di conferma delle ipotesi;*
7. *saper raccogliere i dati con oggettività in tabelle e grafici;*

8. *saper elaborare i dati fino a giungere ad una legge;*
9. *saper costruire un modello interpretativo che inglobi i vari fenomeni;*
10. *saper superare il modello quando alcuni fatti non rientrano nel modello stesso.*

Obiettivi di comportamento

Per raggiungere gli obiettivi di comportamento più specificamente psicopedagogici che sono parte essenziale della formazione dell'allievo è necessario comprendere che parte di questi obiettivi dovrebbero essere raggiunti dagli allievi già al biennio. Siccome è possibile che ciò non sempre accade e anche se parte di essi fossero già stati raggiunti in precedenza è necessario insistere ulteriormente affinché tutte queste capacità non rimangano bloccate (in considerazione del fatto che non tutti i ragazzi raggiungono la stessa maturazione della personalità alla stessa età) si propone di seguito un ventaglio di obiettivi pedagogici da sviluppare adeguatamente.

Gli obiettivi che elencheremo qui si riferiscono più specificamente a problemi collegati colla fascia di età del triennio (15-18 anni):

1. *saper collaborare coi compagni,*
2. *saper organizzare il proprio lavoro,*
3. *saper organizzare il proprio tempo,*
4. *saper assumere un ruolo nel gruppo,*
5. *saper assumere delle responsabilità all'interno del gruppo,*
6. *saper discutere, confrontando le proprie idee con quelle degli altri,*
7. *saper immaginare iniziative nuove e soluzioni nuove ai problemi,*
8. *saper valutare i risultati del proprio lavoro e individuare gli errori,*
9. *saper porre obiettivi e metodi anche in mancanza di direttive esterne,*
10. *saper trasformare le critiche interne ed esterne in autocritica costruttiva.*

Gli ultimi quattro punti si possono riassumere con 7) originalità, 8) riflessione, 9) capacità decisionale e 10) flessibilità.

Nel triennio si dovrebbero impegnare e valorizzare a fondo le capacità ormai acquisite dal ragazzo integrando programmaticamente i momenti della *teoria* e quelli dell'*esperienza* e provvedere ad ampliare il quadro culturale.

Ruolo dell'Insegnante nel laboratorio

L'insegnante deve:

- 1) realizzare l'intervento formativo del giovane che rispondendo alle domande ed assistendo con la strumentazione, offre un servizio ed è di stimolo alla classe senza porsi in atteggiamento autoritario; si pone quindi come esempio alla discussione e al confronto;
- 2) fornire una sana abitudine al lavoro pratico e manuale in laboratorio come base per il superamento definitivo della fase concreta e come antidoto alla eccessiva astrattezza dell'insegnamento liceale;
- 3) favorire il piacere e la curiosità per la scienza, nonché la fantasia e la creatività dell'allievo, partendo sempre da un problema che viene posto.

Si elencano di seguito il numero minimo di esperimenti che si ritiene obbligatorio eseguire nelle due ore bi-settimanali concesse dal quadro orario previsto dalla Sperimentazione nell'indirizzo

scientifico.

Le esperienze sono divise per anni e per argomenti che seguono grosso modo il programma attuale dell'indirizzo scientifico. E' evidente che negli altri tipi di indirizzo non esiste l'obbligatorietà della attività empirica di laboratorio.

Elenco degli esperimenti minimi di fisica suggeriti

1° TRIENNIO

- 1) Conferma empirica di alcune delle principali leggi cinematiche e dinamiche dei moti vari;
- 2) Conferma sperimentale di alcune leggi e/o principi di conservazione;
- 3) Misurazione indiretta di alcune grandezze fisiche di tipo meccanico.

2° TRIENNIO

- 1) Conferma empirica di leggi fondamentali della calorimetria e dei gas;
- 2) Misurazione indiretta di alcune grandezze fisiche di tipo termico;
- 3) Conferma empirica delle principali leggi dei fenomeni delle onde meccaniche e di Ottica fisica;

3° TRIENNIO

- 1) Conferma empirica di alcune leggi fondamentali dei circuiti elettrici in c.c.;
- 2) Misurazione indiretta di medie resistenze mediante ponti e di campi elettrici e magnetici;
- 3) Conferma empirica di alcune leggi inerenti ai campi elettrici e/o magnetici;
- 4) Misurazione indiretta di alcune costanti fondamentali.

9. USO DELLA MATEMATICA E COLLEGAMENTI FISICA-INFORMATICA

Una delle difficoltà più sentite nella *traduzione didattica* di un curriculum di Fisica al Triennio è l'uso sistematico di elementi del calcolo differenziale e integrale (un argomento molto formale e generalmente non affrontato se non al termine del quinquennio liceale).

Allo scopo di evitare un eccessivo (e non necessario) appesantimento sul piano formale e il rischio di creare difficoltà agli studenti che studiano solo tardivamente questi argomenti si suggerisce di utilizzare con equilibrio e moderazione alcune formule in cui sono presenti derivate e integrali e utilizzare a piene mani nel corso dell'esposizione l'uso di differenze finite. Ciò non vuol dire, naturalmente, che i calcoli devono escludere l'uso delle notazioni differenziali e integrali: vuol dire solo che la rinuncia a certe belle dimostrazioni non deve essere necessariamente vista come uno snaturamento della disciplina. Piuttosto significa che se non c'è tempo per fare tutto e bene (e non c'è mai tempo per tutto) è meglio saltare qualche formula e qualche sviluppo matematico per qualche idea importante.

Si suggerisce di conseguire attraverso ragionamenti fisici concetti quali quello di valore istantaneo o di somma di infiniti intervalli infinitesimi. Quanto alla trigonometria la nozione di seno e di coseno di un angolo deve essere utilmente impiegata fin dall'inizio del corso. Formule di trigonometria più complesse non costituiscono invece un condizionamento in quanto intervengono solo in formulazioni alternative al discorso portante. Quanto ai vettori è importante fornire gli elementi di immediata applicazione con

equilibrio, nel senso da un lato di evitare l'eccessiva teorizzazione ma dall'altro di non minimizzare il problema.

Nel corso di Fisica del Triennio è prevista poi la possibilità di esplicitare l'uso di temi propri di Informatica.

L'introduzione del microcomputer può essere sviluppata, previa deliberazione dei Consigli di Classe in sede di Programmazione Didattica, secondo diverse direttrici quali :

- trattamento e rappresentazione grafica dei dati raccolti in laboratorio con foglio elettronico e utilizzo di pacchetti applicativi anche in *ambiente multimediale* e con *ipertesto*;
- risoluzione di esercizi per la verifica dei concetti e delle nozioni apprese;
- eventuali esperimenti on-line.

In ogni caso, l'elaboratore dovrà essere utilizzato in modi e momenti diversi, come strumento didattico e a seconda delle abilità acquisite dagli allievi, ma senza mai sostituirsi alla sperimentazione diretta in laboratorio.

Nell'ambito della Sperimentazione del Liceo "B.Russell" il foglio elettronico *LOTUS 1-2-3* è da considerare l'ambiente informatico più idoneo per lo studio della Fisica, sia come sussidio delle indagini sperimentali, per velocizzare certe operazioni "standard" come la compilazione di tabelle e grafici, sia per la formulazione e il controllo di ipotesi, sia per la realizzazione e la verifica di modelli, tutte attività che benché svolte inizialmente e obbligatoriamente con "carta e matita" richiederebbero successivamente tempi molto lunghi e perderebbero gran parte della loro efficacia didattica.

Dunque il Personal Computer e il foglio elettronico sono da impiegare soprattutto come strumenti finalizzati al conseguimento degli obiettivi formativi, didattici e culturali del corso di Fisica.

Nella prospettiva poi di considerare il PC anche come potente strumento di misura e raccolta automatica di dati e quindi dell'analisi dei medesimi non si può non consentire l'uso del PC come mezzo d'indagine in una sperimentazione diretta che prevede l'uso di interfacce per lo studio dei moti rettilinei e circolari come strumento di laboratorio "attivo" in grado di realizzare esperimenti *on-line*.

10. MATERIALI E TECNOLOGIE EDUCATIVE

- Libro di testo;
- Libro o schede di Laboratorio di Fisica;
- Classici della Scienza;
- Sussidi audiovisivi : film sonori 16mm e videocassette;
- Personal Computer;
- Apparecchiatura e strumentazione di laboratorio.

Attività didattiche previste

- Lezioni frontali dalla cattedra;
- Discussioni guidate;
- Lavoro di gruppo;
- Lecture antologiche e monografiche;
- Proiezione e commento film didattici;
- Risoluzione problemi di Fisica.
- Seminari didattici.

11. VALUTAZIONE

La valutazione relativa agli apprendimenti di Fisica nel Liceo Sperimentale "B. Russell" prevede che accanto all'*aspetto certificativo* sia dato largo credito alla *funzione regolativa* in grado di consentire, sulla base delle informazioni via via raccolte, un continuo adeguamento delle proposte di formazione alle reali esigenze degli alunni per il miglioramento dei processi e dei risultati, sollecitando, altresì, la partecipazione degli studenti e delle famiglie al processo educativo.

I modelli e gli strumenti di valutazione utilizzati nel corso di Fisica poggiano su presupposti teorici e pedagogici validi alcuni dei quali prevedono:

- la distinzione tra funzione certificativo-comunicativa e funzione didattico-formativa della valutazione;
- la riduzione del carico di lavoro di redazione che pesa sull'insegnante per evitare diseconomie che impediscono al docente di concentrarsi sugli aspetti propositivi e sui meccanismi culturali dell'insegnamento della Fisica;
- la garanzia di chiarezza alle informazioni valutative destinate agli studenti e alle loro famiglie mediante il voto numerico in *pagella* e un giudizio sintetico nella *scheda di valutazione*;
- l'uso sistematico di processi di valutazione di laboratorio attraverso la redazione da parte degli allievi di *Relazioni di Laboratorio di Fisica*;
- l'importanza della rilevazione della situazione iniziale di ciascun alunno nella dimensione non solo cognitiva e delle conseguenti proposte di interventi individualizzati di tipo integrativo.

Ciascun docente esprime, nel rispetto dei principi di collegialità un giudizio sintetico che inserirà nella voce adeguata della scheda di valutazione in modo tale da testimoniare il livello di apprendimento raggiunto dall'allievo in Fisica durante i due quadrimestri.

Fermo restando che è responsabilità del Collegio dei Docenti nell'ambito della propria autonomia progettuale scegliere, adottare o costruire strumenti interni che abbiano carattere funzionale rispetto all'attività di valutazione si fa presente che per quanto riguarda la valutazione degli apprendimenti debbano scaturire meccanismi docimologici che siano la sintesi di un insieme di prove riferiti ai criteri e alle procedure di programmazione e di valutazione. In particolare si ricordano alcuni indicatori standard che il Liceo "Russell" utilizza frequentemente e cioè:

- Colloqui orali;
- Compiti in classe (risoluzione di problemi);
- Questionari di accertamento oggettivi;
- Relazioni di Laboratorio.

I modelli di comunicazione consistono nella redazione della pagella e della scheda di valutazione da consegnare alla famiglia al termine della doppia sessione di scrutini.

12. APPROFONDIMENTO TEMATICO E COLLEGAMENTI INTERDISCIPLINARI

Nell'ultimo anno di studio (3° Triennio) ogni allievo/a dovrà obbligatoriamente effettuare, in chiave pluri- interdisciplinare e con agganci chiari, significativi e scientifici, un lavoro di ricerca individuale, da portare in sede di esami di maturità, denominato «Approfondimento Tematico».

Esso non è, nè vuole essere, una tesina o un'esposizione scritta e definitiva, ma un progetto di indagine e di ricerca sia di tipo teorico, sia di tipo sperimentale che mostri le capacità del maturando nel saper articolare, criticamente, un itinerario individuale volto ad approfondire ed espandere una serie di conoscenze e competenze che ineriscono a tre o quattro discipline di studio.

Il lavoro di indagine che coinvolge più discipline, fondandosi sulle conoscenze specifiche delle singole materie, deve dimostrare, da parte dell'allievo, il possesso di un livello di competenze tanto nei contenuti, che nei metodi.

Esso, altresì, deve evidenziare le capacità del maturando di sapersi orientare felicemente sui contenuti essenziali e più significativi delle diverse discipline in un'ottica chiaramente pluri, o meglio, interdisciplinare.

Dal punto di vista della Fisica, si suggerisce di scegliere e utilizzare temi significativi ad ampio spettro polivalente, di grande interesse e di largo respiro culturale in maniera tale da privilegiare dei raccordi e degli sviluppi con i temi proposti nel Triennio.

In particolare, rilevato che le discipline di indirizzo coinvolte nei Percorsi Culturali riguardano generalmente Matematica, Scienze, Disegno e Fisica, e le discipline di Area comune statisticamente più coinvolte sono Storia della Filosofia e Italiano, si suggerisce di sviluppare temi e implicazioni comuni riguardanti l'area della riflessione linguistico-letteraria ed epistemologica della Scienza.

Particolare auspicio sono rivolti alla possibilità di penetrare il complesso tema delle due Culture e sarebbe utile l'esplicitazione di simili tematiche negli «Approfondimenti culturali» dell'ultimo anno di corso.

In questo contesto, e senza volere imporre rigidi automatismi che mal si adatterebbero allo spirito dei Nuovi Programmi, si consiglia di effettuare indagini, riflessioni e analisi di punti critici che sono situati ai confini delle discipline summenzionate.

Roma, 4 Settembre 1996

prof. Vincenzo Calabrò