

Note e Proposte di Schemi Didattici per la Laurea e per la Laurea Specialistica in Fisica

1 Premessa

Oltre a presentare delle osservazioni generiche sul decreto di area (DdA) per la fisica, cercherò di tirare le fila della discussione (peraltro molto ricca di idee) del CCL in Fisica il 12 gennaio u.s. Anzitutto, come notato da più persone, la riforma didattica proposta dal MURST rappresenta un'occasione unica è irripetibile per introdurre le innovazioni (ad es., tutoraggio, riordino dei corsi, diplomi, corsi di azzeramento, ecc.) di cui ogni tanto si è discusso in passato, senza mai però arrivare ad azioni concrete. Per mettere meglio a fuoco il problema della costruzione di un piano degli studi, accludo tre schemi ai quali faccio anche riferimento; sottolineo che non sono da prendere alla lettera avendo soltanto scopo di esempio¹.

Una prima divisione prioritaria che emerge dalle discussioni sembra essere la seguente:

1. Cosa dovrà essere il nuovo prodotto *fisico*?
2. Qual è il piano di studio che soddisfi sia il punto 1. sia il DdA?
3. Quali attività innovative potranno migliorare il *prodotto*?

2 Il prodotto nuovo

Si tratta chiaramente di almeno due prodotti: il fisico laureato (triennio) e il fisico dottore (triennio + biennio). Mentre il secondo coincide più o meno con l'attuale laureato e che quindi rappresenta una figura già esistente "semplicemente" da tutelare, il primo è decisamente una figura nuova e quindi da inventare ex novo.

Sulla definizione di tale nuova figura ho individuato due principali filoni di pensiero nel CCL: grosso modo il primo si chiede quali siano le qualità generiche che rendano un fisico appetibile (in modo unico e diverso da altri laureati) nel mondo del lavoro, mentre il secondo (che a sua volta si spezza in due correnti) si chiede o quali possano essere le richieste specifiche locali

¹Si tratta in dettaglio solo la Laurea (il primo triennio).

(dove per locale si intende qualcosa che va dalla zona limitata della Lombardia all'intera Comunità Europea) o quali siano i settori dove Fisica a Como può avanzare delle pretese di eccellenza e quindi farsi un "nome".

Osservo che il secondo approccio porta a una *perdita* inevitabile di studenti (dovuta a un'offerta ristretta di percorsi), che andrebbe compensata da un ampliamento del nostro bacino di utenza. Questo richiederebbe la messa in atto di una campagna pubblicitaria *massiccia e estesa geograficamente*. Detto questo, date le nostre ristrettezze numeriche, in ogni caso uno sforzo maggiore per pubblicizzare i corsi di laurea in fisica a Como sarebbe d'uopo.

La mia è più vicina alla prima posizione. E dalle discussioni in CCL (e le molte altre precedenti) il quadro costante che emerge è che le qualità per le quali il fisico è apprezzato sono principalmente:

1. flessibilità,
2. abilità di *problem solving*,
3. conoscenza *operativa* della matematica.

I primi due punti sono indubbiamente il frutto del *modo* in cui si insegna la fisica e *non* del contenuto specifico del corso di laurea, mentre il terzo punto si può salvaguardare mantenendo un certo livello di contenuto matematico. La composizione dei corsi dovrà pertanto basarsi su una conoscenza solida della matematica *come strumento indispensabile*, sull'abilità di *pensare da fisico* e infine prenderà soltanto "colore" dal corso di laurea (indirizzo) particolare.

3 Il decreto di area

La nuova legge, insieme al DdA, oltre a ridefinire la durata dei corsi (tre anni per la Laurea, più due per la Laurea Specialistica), stabilisce soltanto dei *minimi* di insegnamento per alcune materie e, ancorché in modo vago, introduce degli obiettivi che si possono riassumere come segue:

1. la durata effettiva dei corsi deve coincidere con quella legale;
2. gli studenti mediamente dotati devono avere una seria possibilità di conseguire almeno il titolo di primo livello;
3. il prodotto deve migliorare, in senso di vendibilità nel mondo del lavoro.

In ogni caso, l'aumento degli anni di studio per la Laurea Specialistica, dagli attuali quattro ai cinque del DdA, rappresenta già un aiuto notevole verso tali obiettivi. Se inoltre una ripartizione in cinque anni implica alleggerire i

singoli anni, allora il triennio della Laurea sarà inevitabilmente più leggero dell'attuale primo triennio (di circa il 20%²). Di conseguenza parte dell'attuale triennio si sposterà *per forza* al biennio della Laurea Specialistica e non dovrebbe quindi sorprendere la mancanza di qualche materia specifica tra i moduli fondamentali del triennio.

Spiegazione del decreto di area

Cerco ora di estrarre il succo dal DdA. Si calcola il valore didattico dei corsi in termini di cosiddetti crediti formativi universitari (CFU): il DdA fissa in 180 CFU il valore del triennio, denominato *Laurea* (e in 120 il biennio successivo, denominato *Laurea Specialistica*); ogni anno accademico equivale quindi a 60 CFU³. Gli schemi presentati in coda propongono due possibili suddivisioni dell'anno: in tre trimestri (20 CFU ciascuno)⁴, ottobre–dicembre, gennaio–marzo, aprile–giugno; oppure in due semestri (30 CFU ciascuno).

Il DdA definisce le sei *tipologie* (a–f) sottoelencate; gli schemi proposti qui rispettano approssimativamente la ripartizione di CFU che segue (la colonna indicata *minimi* fa riferimento al DdA):

attività formative	CFU	minimi
a) di base	30	18
b) caratterizzanti	100	50 ⁵
c) affini o integrative	20	18
d) autonomamente scelte dallo studente	10	9
e) relative alla prova finale	10	9
f) per acquisire ulteriori conoscenze linguistiche	10	9
totali	180	113

Più in dettaglio le tipologie (secondo il DdA) e le ulteriori suddivisioni proposte qui (i minimi si riferiscono sempre al DdA) sono:

- a) attività formative di base suddivise (senza indicazioni quantitative nel DdA sulla suddivisione) in *matematica* (raggruppamento A⁶) 20 CFU, *sistemi di elaborazione dell'informazione* (K05A) 5 CFU, *informatica* (K05B) 5 CFU;

²Tenendo conto delle ore di preparazione riservate alla prova finale e alla lingua straniera, una stima più ragionevole della riduzione sarebbe del 10–15%.

³Non è esclusa la possibilità di attribuire ai vari anni numeri diversi di CFU, tuttavia non sembra che ci sia motivo serio per considerarla.

⁴Alcuni dipartimenti che hanno optato per questa organizzazione sono: La Bicocca, Torino, Roma I.

⁵Una prima bozza di DdA dava un minimo di 54 CFU per questa tipologia.

⁶Si noti che anche le denominazioni dei raggruppamenti subiranno sostanziale revisione.

- b) attività formative caratterizzanti, prese quindi dai settori della *fisica* (B01A–B05X);
- c) attività formative affini o integrative suddivise in *chimica* 5 CFU (minimo 4) e in altre attività didattiche affini *non* caratterizzanti definite dall'ateneo 15 CFU (minimo 14);
- d) scelta autonoma dello studente nell'ambito di opzioni individuate dalla struttura didattica, anche fuori dell'ateneo;
- e) preparazione per la prova finale e per la verifica della conoscenza della lingua straniera;
- f) acquisizione di ulteriori conoscenze linguistiche, nonché abilità informatiche e telematiche o relazionali, o comunque utili per l'inserimento nel mondo del lavoro.

Il DdA prevede 27 ore di studio⁷ (complessive di lezione in aula e di studio personale) per CFU, delle quali non più di metà sotto forma d'insegnamento in aula (cosiddette ore frontali). Un rapido conto fornisce un numero *massimo* di ore frontali, pari a 810 per anno mentre una stima del numero attuale per il corso di Laurea in Fisica a Como dà circa 600 ore annuali. Le 13.5 (o 12.5) ore frontali massime per CFU sono perciò nettamente troppe: un numero ragionevole potrebbe invece essere otto⁸. Lavorando su base di cinque CFU per modulo, fissando così il numero di ore frontali per modulo in 40, si arriva a quattro moduli per trimestre oppure sei moduli per semestre⁹. Volendo lasciare un peso ai laboratori equivalente a circa un quarto dei moduli, ogni trimestre deve comprendere un laboratorio (però al terzo anno può diventare facoltativo) mentre nello schema a semestri la divisione può essere uniforme. Per quanto riguarda i laboratori, sembra ragionevole assegnare un numero maggiore di ore per credito: nei conti che seguono prendiamo nominalmente, come esempio, 12 ore per CFU di laboratorio.

Per quanto riguarda gli esami (*sempre con voto espresso in trentesimi con eventuale lode*), una prima settimana di ogni trimestre (semestre) potrebbe riservarsi alla programmazione degli esami relativi ai moduli del trimestre (semestre) precedente. In ogni caso sarebbe auspicabile un'organizzazione che *evitasse la sovrapposizione* di esami e lezioni.

La struttura sopra delineata permette quindi non solo una certa flessibilità per quanto riguarda il piano degli studi dei singoli studenti ma rende anche

⁷Potrebbero ridiventare 25 ore nella versione finale del DdA.

⁸L'eventuale variazione di questo numero comporta semplicemente una variazione proporzionale della durata temporale di ogni singolo modulo.

⁹Un'alternativa equivalente sarebbe sei CFU per modulo e cinque moduli al semestre.

abbastanza semplice l'assolvimento degli obblighi didattici dei docenti: 120 ore in aula equivalgono esattamente a tre moduli, che potrebbero dividersi molto naturalmente in due fondamentali e un complementare, per i laboratori invece basterebbero due moduli (a $5 \times 12 = 60$ ore).

La settimana tipo comprende allora $3 \times 4 + 6 = 18$ oppure $2 \times 4 + 2 \times 6 = 20$ ore di insegnamento formale (laboratori inclusi) e, in linea di massima, 36 o 34 ore di studio personale per 10 settimane il trimestre. Il totale di ore annue si aggira quindi attorno alle 540, che corrisponde a una riduzione del 10% rispetto all'attuale programmazione.

Esempi dettagliati di proposte per la Laurea e per la Laurea Specialistica sono presentate in Tabella 1 (p. 7) per lo schema a trimestri e in Tabella 2 (p. 8) per lo schema a semestri e infine (per completezza) lo schema riportato in Tabella 3 (p. 9) è a base di cinque moduli per semestre. Lo scopo di queste proposte è inteso essere puramente esemplificativo e non sono assolutamente da prendere alla lettera.

Alcune note personali sugli schemi

- I moduli indicati per la preparazione della prova finale della Laurea, se non comportano lezioni in aula, equivalgono a 135 ore di studio (tempo ragionevole per la preparazione di una tesina di rassegna o simile¹⁰). I moduli analoghi per la Laurea Specialistica ammontano a 1080 ore.
- In quasi tutti i casi si potrebbe diminuire il numero proposto di ore programmate per una data tipologia, per lasciare più spazio alla libera scelta degli studenti.
- Un'intesa con i matematici per i primi moduli di matematica è indispensabile.
- I moduli indicati sia come Scelta Ristretta saranno fissati dal CCL in base ai singoli corsi di laurea.
- Si possono utilizzare i moduli indicati sia come Scelta Ristretta sia come Scelta Libera per tirocinio formativo nel mondo del lavoro¹¹. Sarebbe auspicabile una prova seria della conoscenza acquisita: possibilmente tramite una relazione scritta (che avrebbe il duplice scopo di monitorare sia lo studente sia l'azienda ospitante).

¹⁰Eliminando il modulo di Lingua Straniera si potrebbe raddoppiare il tempo (e quindi anche il numero di CFU) disponibile.

¹¹Se si vuole disporre di un'ampia scelta di possibilità di esperienza di lavoro, occorre iniziare presto a prendere contatto con prospettive aziende ospitanti.

4 Altre attività innovative

Segue un breve elenco di possibili attività e/o accorgimenti mirati a migliorare la qualità dello studio.

- Per agevolare la partenza, sarebbe utile istituire corsi di azzeramento in fisica (meccanica) e in matematica (calcolo differenziale e integrale, algebra tensoriale) da tenersi a settembre. L'esonero dalla frequenza per tali corsi sarebbe possibile tramite esami di attitudine e preparazione da sostenere all'inizio di settembre.
- Dovrebbe essere un punto fermo che i primi moduli di meccanica e, in particolare, di matematica insegnano soltanto i concetti e le tecniche più basilari e indispensabili per quelli successivi.
- I laboratori obbligatori dei primi anni dovrebbero insegnare, oltre alla tecnica sperimentale generale, l'uso della probabilità e statistica per l'analisi degli errori e per l'analisi dati. Una conoscenza di tale utilizzo *sul campo* è da distinguersi da una conoscenza puramente teorico.
- Lo sdoppiamento di *alcuni* corsi può rendersi necessario per poter conciliare in un triennio le richieste dei due percorsi di Laurea e Laurea Specialistica.
- La modularità è un aspetto fondamentale: i singoli moduli devono rappresentare entità complete.
- Gli studenti, oltre a essere aiutati a dare esami con scadenza regolare, vanno incentivati a finire entro i termini stabiliti. Si parla persino di premi in termini di punteggio finale per chi finisce in tempi buoni.
- Si potrebbe inoltre utilizzare una parte del tempo riservato allo studio personale per lezioni sotto forma di *tutorial*, ovvero lo svolgimento di esercizi da parte degli studenti¹² e correzione degli stessi da parte di docenti (professori e ricercatori nonché assegnisti, borsisti, dottorandi ecc.). Una programmazione di questo tipo è in leggero contrasto con le indicazioni specifiche del DdA ma non con lo spirito generale, tuttavia tale attività richiederebbe un'accurata definizione.

¹²Considerando i numeri di iscritti a Como, dovrebbe essere superfluo aggiungere "in piccoli gruppi".

Tabella 1: Schema di programma degli studi a tre trimestri

Laurea (primo triennio)

1.1	Meccanica 1	Matematica 1	Matematica 2	Lab. 1a
1.2	Meccanica 2	Matematica 3	Matematica 4	Lab. 1b
1.3	Meccanica 3	Onde e Ottica	Termodin. e Teor. Cin.	Lab. 1c
2.1	Meccanica Statistica	Elettromag. 1	Metodi Matem.	Lab. 2a
2.2	Meccanica Quantistica 1	Elettromag. 2	Elaborazione Informazione	Lab. 2b
2.3	Meccanica Quantistica 2	Elettronica	Informatica	Lab. 2c
3.1	Chimica	Strutt. Materia	Fisica Nuc.	Scelta Ristretta
3.2	Lingua Straniera	Tipologia f)	Scelta Libera	Scelta Ristretta
3.3	Prova Finale	Tipologia f)	Scelta Libera	Scelta Ristretta

Laurea Specialistica (biennio)

4.1	Scelta Ristretta	Scelta Ristretta	Matematica 5	Lab. 4a
4.2	Scelta Ristretta	Scelta Ristretta	Matematica 6	Lab. 4b
4.3	Scelta Ristretta	Scelta Ristretta	Scelta Libera	Lab. 4c
5.1	Prova Finale	Prova Finale	Scelta Libera	Scelta Ristretta
5.2	Prova Finale	Prova Finale	Prova Finale	Scelta Ristretta
5.3	Prova Finale	Prova Finale	Prova Finale	Scelta Ristretta

Tabella 2: Schema di programma degli studi a due semestri

Laurea (primo triennio)			
1.1	Meccanica 1	Matematica 1	Lab. 1a
	Meccanica 2	Matematica 2	Lab. 1b
1.2	Meccanica 3	Matematica 3	Lab. 1c
	Termodin. e Teor. Cin.	Matematica 4	Onde e Ottica
2.1	Meccanica Statistica	Metodi Matem.	Lab. 2a
	Informatica	Elettromag. 1	Lab. 2b
2.2	Meccanica Quantistica 1	Elettromag. 2	Lab. 2c
	Meccanica Quantistica 2	Elettronica	Elaborazione Informazione
3.1	Chimica	Strutt. Materia	Fisica Nuc.
	Scelta Ristretta	Scelta Ristretta	Scelta Libera
3.2	Lingua Straniera	Tipologia f)	Scelta Libera
	Prova Finale	Tipologia f)	Scelta Ristretta
Laurea Specialistica (biennio)			
4.1	Scelta Ristretta	Scelta Ristretta	Scelta Libera
	Scelta Ristretta	Matematica 5	Lab. 4a
4.2	Scelta Ristretta	Scelta Ristretta	Lab. 4b
	Scelta Ristretta	Matematica 6	Lab. 4c
5.1	Prova Finale	Prova Finale	Scelta Ristretta
	Prova Finale	Prova Finale	Scelta Ristretta
5.2	Prova Finale	Prova Finale	Scelta Ristretta
	Prova Finale	Prova Finale	Scelta Libera

Tabella 3: Schema possibile basato su 4 moduli di teoria e 1 modulo di laboratorio per semestre. I moduli sono di lunghezza fissa e ogni semestre totalizza 264 ore. Tutti i moduli hanno un valore di 6 CFU, i moduli di teoria hanno una durata di 48 ore e i laboratori di 72, per un gran totale di $2 \times 264 = 528$ ore all'anno.

Laurea (primo triennio)

1.1	Meccanica 1	Termodin. e Teor. Cin.	Matematica 1	Matematica 2	Lab. 1a
1.2	Meccanica 2	Onde e Ottica	Matematica 3	Matematica 4	Lab. 1b
2.1	Meccanica 3	Meccanica Quantistica	Informatica	Metodi Matem.	Lab. 2a
2.2	Elettromag.	Elettronica	Elaborazione Informazione	Chimica	Lab. 2b
3.1	Strutt. Materia	Fisica Nuc.	Scelta Libera	Tipologia f)	Lab. 3a
3.2	Prova Finale	Scelta Ristretta	Scelta Libera	Tipologia f)	Lab. 3b

Laurea Specialistica (biennio)

4.1	Scelta Ristretta	Scelta Ristretta	Scelta Ristretta	Matematica 5	Lab. 4a
4.2	Scelta Ristretta	Scelta Ristretta	Scelta Ristretta	Scelta Libera	Lab. 4b
5.1	Prova Finale	Prova Finale	Prova Finale	Scelta Libera	Scelta Ristretta
5.2	Prova Finale	Prova Finale	Prova Finale	Prova Finale	Scelta Ristretta