

L'INSEGNAMENTO DELLA FISICA NEL BIENNIO DEI LICEI DELLA NUOVA RIFORMA

A. Cuppari⁽¹⁾, *T. Marino*⁽²⁾, *D. Marocchi*⁽³⁾, *G. Rinaudo*⁽³⁾, *R. Balestrino*⁽⁴⁾,
S. Becchio⁽⁵⁾, *L. Bodini*⁽⁶⁾, *L. Borello*⁽⁷⁾, *A. Capra*⁽¹⁾, *M. Chiesa*⁽⁸⁾, *D. Galante*⁽⁹⁾,
A. M. Garatti⁽⁸⁾, *R. Marchelli*⁽⁵⁾, *L. Montaldi*⁽¹⁰⁾, *A. Musarella*⁽¹¹⁾, *N. Nurisso*⁽⁶⁾,
O. Robutti⁽¹²⁾, *A. Sozzi*⁽¹⁰⁾, *L. Torchio*⁽¹³⁾, *N. Tribaudino*⁽⁵⁾, *R. Urigu*⁽¹⁰⁾,
S. Varano⁽¹⁰⁾

⁽¹⁾Liceo Scientifico Gobetti di Torino, ⁽²⁾Liceo Scientifico Curie di Collegno,
⁽³⁾Dipartimento di Fisica dell'Università di Torino, ⁽⁴⁾Liceo Scientifico Cattaneo
di Torino, ⁽⁵⁾Scuola Secondaria di I grado Alighieri di Volpiano,
⁽⁶⁾Liceo Scientifico G. Ferraris di Torino, ⁽⁷⁾Liceo Scientifico Segré di Torino,
⁽⁸⁾Liceo Scientifico Vasco di Mondovì, ⁽⁹⁾I.I.S. Bodoni-Paravia di Torino, ⁽¹⁰⁾Liceo
Scientifico Copernico di Torino, ⁽¹¹⁾Liceo Scientifico Curie di Grugliasco,
⁽¹²⁾Dipartimento di Matematica dell'Università di Torino,
⁽¹³⁾Liceo Scientifico Galilei di Cirié

Premessa

L'avvio della riforma della Scuola Secondaria di II grado (MIUR, 2010) ha comportato modifiche importanti al curriculum; per quel che riguarda l'insegnamento della fisica esse si sono fatte sentire in particolare nel biennio del liceo Scientifico e del Liceo Scientifico opzione Scienze Applicate. Altra innovazione importante è stata la sostituzione di "programmi" precisi con "indicazioni" di massima, il che da un lato ha lasciato maggiore libertà ai docenti, dall'altro li ha posti di fronte a scelte responsabili.

Dopo un anno di sperimentazione delle indicazioni per l'insegnamento della fisica nel biennio dei nuovi licei, abbiamo messo a confronto le modalità con cui esse sono state interpretate e applicate in alcune scuole secondarie piemontesi. Al gruppo di lavoro hanno partecipato anche alcuni docenti di scuola secondaria di I grado per il problema del raccordo verticale fra i due tipi di scuola, oltre ad alcuni ricercatori universitari per l'ovvio interesse nei riguardi dell'orientamento degli studenti verso la scelta degli studi universitari e della formazione iniziale e in servizio dei docenti.

I risultati del confronto sono stati presentati nel workshop che si è tenuto durante il convegno DIFIMA, in particolare sono stati discussi alcuni aspetti cruciali, quali le attività svolte, i materiali utilizzati e/o sviluppati, le difficoltà incontrate, le modalità di coinvolgimento a livello intra e inter-disciplinare, la valutazione delle competenze, le prospettive di sviluppo nel triennio, ecc.

I temi

Dopo un ampio dibattito si è scelto di organizzare il lavoro per "temi", o meglio per "problematiche" considerate rilevanti, e di affidare a un gruppo di insegnanti l'analisi di una certa problematica in modo da farne emergere gli aspetti critici. Poiché tuttavia l'insegnamento è

unitario ed è impossibile separare nettamente le diverse problematiche, ne sono risultati inevitabili intrecci e sovrapposizioni che consideriamo comunque positivi. Le principali raccomandazioni date ai gruppi di lavoro sono state:

- evitare lo sterile "cahier de doléance", pur mettendo in evidenza le difficoltà incontrate,
- concentrarsi su proposte, progetti, programmi effettivamente attuati e sperimentati,
- illustrare brevemente le linee guida adottate,
- fornire esempi concreti a supporto della documentazione,
- concludere possibilmente con raccomandazioni specifiche, indicazioni di "errori da evitare", a futura memoria di chi si accinge all'opera.

I temi scelti sono:

1. Contenuti e obiettivi specifici biennio Liceo Scientifico e delle S.A.
2. Contenuti e obiettivi specifici triennio Liceo Scientifico e delle S.A.
3. Approcci alternativi
4. Altri tipi di scuola (altri licei, ITI, professionali)
5. Laboratorio
6. Matematica e modellizzazione
7. Problem solving
8. Libri di testo
9. Tecnologie
10. Valutazione delle competenze
11. Continuità dalla Scuola Secondaria di I grado

Su alcuni temi la riflessione non è stata completata in tempo per la presentazione al workshop, quindi non verrà discussa nel seguito dell'articolo, tranne per una breve riflessione sul tema 2, in attesa di un completamento programmato per un seminario da tenersi nella prossima primavera. Proseguiamo quindi a presentare quanto elaborato separatamente sui singoli temi, lasciando alle "conclusioni" la riflessione sinottica e le raccomandazioni complessive.

Tema 1. Contenuti e obiettivi specifici biennio Liceo Scientifico e delle S.A.

Sono stati presentati due contributi, da parte rispettivamente del Liceo Scientifico Segré di Torino (portavoce Laura Borello) e del Liceo Scientifico Vasco di Mondovì (Monica Chiesa e Anna Maria Garatti).

Lavoro impostato dal Liceo Segré

Le linee guida generali sono state:

- identificare nelle indicazioni ministeriali collegamenti e argomenti comuni,
- riorganizzare il lavoro nei dipartimenti e nei consigli di classe, cercando di superare vecchie abitudini e chiusure,
- cercare di non ripetere gli stessi temi in discipline diverse per abituare gli studenti a usare trasversalmente le competenze,
- sfruttare l'esperienza maturata in passato nella classi prime e seconde PNI.

Dal punto di vista metodologico si è cercato di

- valorizzare in biennio l'approccio operativo nella introduzione delle grandezze (lunghezza, tempi, masse, forze, temperatura, calore ...),
- selezionare una serie di esperienze significative cui attingere,
- prevedere la possibilità di correzioni in itinere,
- allargare in un secondo tempo il confronto con docenti di altre aree disciplinari.

Obiettivi generali:

- costruire il linguaggio della fisica classica con particolare attenzione a grandezze fisiche, scalari e vettoriali, unità di misura,
- portare lo studente a risolvere problemi, semplificando e modellando situazioni reali,
- per quel che riguarda il laboratorio, sviluppare le abilità di misura, l'utilizzo dei concetti di incertezza di misura e di cifre significative; saper costruire grafici e stendere una relazione per documentare il lavoro svolto.

Il piano di lavoro dettagliato è presentato nelle due schede sinottiche riportate nella pagina web dedicata (Schede 2011). Le schede permettono di capire come un dato argomento viene trattato dettagliando le possibili esperienze di laboratorio (l'aggettivo "possibile" è messo per indicare che non tutte le esperienze sono necessariamente eseguite effettivamente, dati i limiti imposti dalle esigenze di tempo e/o dalla possibilità di accesso al laboratorio) e i collegamenti con le altre discipline, essenzialmente con la matematica (il nodo cruciale del rapporto con la matematica è ripreso a fondo nel "tema 6"). La scansione temporale degli argomenti segue le indicazioni nazionali con l'eccezione dell'anticipazione al primo anno dello studio dei fenomeni termici, considerati più accessibili, anche concettualmente, dei più tradizionali fenomeni meccanici.

Lavoro impostato dal Liceo Vasco di Mondovì

Ha giocato un ruolo importante l'esperienza acquisita nei molti anni di "sperimentazione PNI". Le linee guida generali sono state:

- continuità verticale in ingresso: valorizzazione delle conoscenze pregresse degli allievi e loro successiva risistemazione al fine di creare un livello omogeneo nel gruppo classe, dal quale partire;
- continuità verticale in uscita dal biennio: il curricolo del biennio è preparato con attenzione al prosieguo dell'insegnamento della fisica nel triennio;
- continuità orizzontale attuata
 - nella realizzazione di una programmazione unitaria dell'asse scientifico/tecnologico che identifichi percorsi interdisciplinari che mettano in evidenza le caratteristiche unitarie della scienza, ma che nello stesso tempo mantengano l'identità culturale ed epistemologica delle singole discipline;
 - nella esigenza di creare un costante raccordo con l'insegnamento della matematica;
- individuazione di un efficace metodo di lavoro che valorizzi l'esperienza;
- individuazione dei nuclei fondanti la disciplina con particolare attenzione ai nuclei metodologici per arrivare alla definizione di una scansione degli argomenti che tiene conto dell'età dei ragazzi, delle conoscenze scientifiche e matematiche già in loro possesso.

Il piano di lavoro dettagliato è presentato nelle due schede sinottiche riportate nella pagina web dedicata (Schede 2011). L'impostazione della scheda è simile a quella del liceo Segré, con

attenzione a specificare gli esperimenti relativi a un certo tema e i collegamenti con le altre discipline (in questo caso, non solo la matematica, ma anche le scienze della terra). La scansione temporale degli argomenti segue le indicazioni nazionali: i fenomeni termici vengono affrontati al secondo anno, il moto è lasciato come ultimo argomento del secondo anno.

Tema 2. Contenuti e obiettivi specifici triennio Liceo Scientifico e delle S.A.

Il gruppo del liceo Vasco anticipa anche alcune linee generali per il triennio. L'obiettivo dell'insegnamento della fisica nel triennio non dovrebbe necessariamente essere quello di arrivare alla fisica moderna, quanto quello di offrire la possibilità di riprendere i concetti e dar loro una collocazione teorica, forti del metodo di lavoro acquisito nel biennio: ad esempio, per la meccanica, si intende ripartire con una seria riflessione, con attenzione agli aspetti matematici e alle implicazioni filosofiche e storiche di questa parte della fisica.

Nel triennio rimangono però alcuni quesiti di ordine pratico: pensando alla prova di fisica all'Esame di Stato ci si chiede, intanto, se sarà una "seconda prova" oppure se sarà una "terza prova" e, in entrambi i casi, nel caso la prova pervenisse dal Ministero, se ci sarà una indicazione più precisa, almeno relativamente agli argomenti da trattarsi nel quinto anno. Se l'obiettivo sarà lo svolgimento di una prova ministeriale, quale dovrà essere il livello di trattazione teorica da tenere? Quale il livello richiesto allo svolgimento di esercizi?

Tema 3. Approcci alternativi per la fisica del biennio

Un approccio alternativo alla fisica del biennio è stato presentato da insegnanti dei licei scientifici Gobetti (Antonella Capra e Antonella Cuppari) e Cattaneo di Torino (Roberta Balestrino). L'idea alla base è di affrontare subito fin dal biennio i temi dell'energia e della struttura della materia, seguendo un approccio già seguito in passato nei bienni ITIS (Paracchini, 1997) con la motivazione che essi:

- sono trasversali non solo ai diversi "capitoli" della fisica ma a tutte le discipline scientifiche ed è quindi importante affrontarli presto nel curriculum e in modo aperto all'approccio tipico delle altre discipline,
- si prestano a esperimenti relativamente semplici che richiedono per l'analisi minime conoscenze matematiche (quali il concetto di proporzionalità diretta),
- sono accessibili a tutti fin dalla scuola primaria, in particolare è accessibile un approccio fenomenologico all'energia che si appoggia sulle proprietà ben note dell'energia anziché sulle definizioni formali, come mostrato dalla ricerca didattica (Allasia, 2010).

Le schede sinottiche dettagliate che descrivono il percorso sono riportate nella pagina web dedicata (Schede 2011). Richiamiamo brevemente i passaggi fondamentali dell'approccio all'energia per mettere in evidenza la gradualità che li rende percorribili fin dal primo anno.

- Brainstorming sul significato del termine energia con domande stimolo (ad esempio "da cosa riconosci l'energia nei fenomeni che osservi?")
- Brainstorming sulle proprietà dell'energia
- Studio a casa della pagina "Le proprietà dell'energia" tratto dal libro di Paracchini-Righi
- Ricerca a casa su problemi energetici d'attualità (ad esempio fonti energetiche, crisi energetica, risparmio energetico) e discussione in classe
- Analisi della bolletta dell'energia elettrica e discussione in classe
- Completamento di attività sperimentali sul riscaldamento di una massa d'acqua in relazione al tempo e alla temperatura (vista come esercitazione su proporzionalità diretta e inversa)

- Modell
- Introd
- Spiega dal lib
- Eserci guida
- Lezior
- Alime
- Il calo
- Tempo

Tema 5. Il la

Il "laboratori (Duschl, 2007) hanno lavora necessariame

- la pre sperir
- il lavo accon
- la pre riguar scien

Abbiamo ri problematica dal lavoro d Torino sono

- la fis evide
- gli a capa
- è ess
- poicl allie affre con affre
- altri di S disc coll: con

stessi tendono a lasciare il compito di fare il redattore. Un meccanismo di tipo WIKI, del quale wikipedia è il più famoso esempio, permette di costruire un documento che ha il vantaggio di essere:

- multimediale: gli allievi potranno inserire foto, filmati, audio, file interattivi (es. flash);
- collaborativo: ogni allievo del gruppo potrà modificare il documento allo scopo di migliorarlo; per ogni modifica vengono registrati il nome dell'autore e la data e ora della modifica. In caso di ripensamenti è sempre possibile tornare indietro a qualunque versione passata del documento con un semplice click;
- controllabile: il docente può monitorare il contributo di ogni singolo allievo alla redazione del documento.

Per ospitare uno spazio wiki si possono reperire in rete molti servizi gratuiti, in particolare abbiamo utilizzato "wikispaces"¹³ che è gratuito se utilizzato per fini didattici. Per l'utilizzo di ambienti cooperativi come wiki è bene tener presente che tutti gli utenti registrati possono apportare modifiche a ogni documento del sito: nulla eviterebbe, in linea di principio, allo studente B1 appartenente al gruppo B di modificare una relazione del gruppo A in maniera "fraudolenta". Per evitare sovrapposizioni è bene creare uno spazio wiki per classe in modo da monitorare con facilità gli accessi dei 20-30 studenti di ogni singola classe.

Fra gli aspetti positivi dell'utilizzo di una piattaforma WIKI possiamo evidenziare i seguenti:

- emergono spontaneamente le potenzialità, talvolta poco sondate mediante le valutazioni classiche, di ogni singolo allievo. Il gruppo tende ad auto-organizzarsi e ogni elemento contribuirà per quelle che sono le proprie competenze: un allievo si occuperà dell'elaborazione dei dati, un altro degli aspetti multimediali della relazione (foto, video), un altro organizzerà i contenuti e coordinerà il gruppo, ...
- ogni allievo tende a "fare qualcosa" - e a farlo bene - sia perché sa di essere sotto controllo da parte del docente per ogni suo contributo, sia per evitare una brutta figura all'interno del gruppo;
- la relazione scopiazzata all'ultimo momento non ha più senso in quanto il documento è redatto a più mani e difficilmente tende a essere la "fotocopia" della relazione di un altro gruppo.

Fra le criticità emerse poniamo l'accento sulle seguenti:

- scelta fra una valutazione a livello di gruppo o una valutazione che tiene conto del "peso" del contributo del singolo allievo (ad esempio occuparsi solo del riordino dei materiali, quali foto, filmati, veste grafica della relazione, avrà lo stesso peso dell'elaborazione e commento dei dati?);
- entusiasmo iniziale dovuto alla novità che, se non continuamente alimentato, tende poi a scemare, riducendo lo spazio wiki, inizialmente vivo e frequentatissimo, a un vecchio deposito di file e testi.

Tema 11. Continuità dalla Scuola Secondaria di primo grado

Il tema è stato affidato a tre insegnanti di scuola media, Sandra Becchio, Renato Marchelli e Nadia Tribaudino dell'I.C. Dante Alighieri di Volpiano (TO), anche se molti contributi sono stati dati dagli altri gruppi di lavoro. Il compito richiesto ai tre insegnanti era una riflessione sulle

¹³ www.wikispaces.com.

facilmente riconducibili all'esperienza, interessanti e presenti nei programmi di entrambe le discipline; l'insegnante di Fisica può spiegare qualitativamente che cosa sono temperatura e calore, introdurre l'equazione della calorimetria e parlare di propagazione del calore, mentre l'insegnante di Scienze può occuparsi degli stati della materia e dei passaggi di stato.

Alcune considerazioni riguardano la *valutazione delle competenze* acquisite in laboratorio: la discutiamo qui perché non è stato possibile completare l'analisi del tema 10, dedicato alla "valutazione delle competenze". Le principali considerazioni sono:

- le classiche "relazioni di laboratorio" non sono un buon strumento di valutazione per le prime classi, perché sono il frutto del contributo di pochi ragazzi che guidano il lavoro di gruppo e di troppi suggerimenti necessari da parte dei docenti,
- con due sole ore a disposizione e con classi molto numerose il tempo dedicato alle esperienze, alle spiegazioni e allo svolgimento di esercizi e problemi lascia poco spazio alla classica modalità di valutazione, l'interrogazione orale: è quindi essenziale trovare nuovi metodi per la valutazione individuale del lavoro svolto in laboratorio e soprattutto delle competenze acquisite individualmente. Ad esempio, nella lezione immediatamente successiva a quella in cui si sono svolte le esperienze, si possono proporre verifiche di quindici-venti minuti, nelle quali vengono riproposte situazioni analoghe a quelle affrontate sperimentalmente e vengono richieste spiegazioni dei fenomeni osservati o piccoli approfondimenti.

Una considerazione conclusiva importante riguarda la relazione fra biennio e triennio: gli argomenti scelti nel biennio devono essere propedeutici a quelli del triennio, ma debbono essere trattati in modo completo, in modo che siano un punto di partenza, non qualcosa da rivedere e completare.

La scheda sinottica dettagliata è riportata nella pagina web dedicata (Schede 2011). Gli esperimenti scelti sono semplici, legati alla vita quotidiana, richiedono una attrezzatura di laboratorio non particolarmente sofisticata, alcuni esperimenti possono essere svolti anche in aula. Rimane comunque aperto l'importante problema logistico di accesso all'aula di laboratorio, in particolare nelle scuole con molte classi e carenza di spazi dedicati.

Tema 6. Matematica e modellizzazione

Come già discusso per il tema 5 (il laboratorio), anche il problema della "matematica" è trasversale a tutte le problematiche, sia per le potenzialità che il lavoro nel campo di studio della fisica ha nei riguardi dello sviluppo di abilità e conoscenze matematiche, sia per la definizione dei prerequisiti di conoscenze e abilità matematiche, come vedremo nella discussione del tema 11. Come per il tema 5, anche per questo tema si è ritenuto utile affidarlo a un gruppo di lavoro dedicato formato dai docenti Laura Montaldi, Adriana Sozzi, Riccardo Urigu e Silvia Varano, tutti del liceo scientifico Copernico di Torino.

Il gruppo è partito dall'analisi dei prerequisiti, cioè delle conoscenze e competenze maturate, in teoria, nel corso della scuola media, che, secondo le indicazioni nazionali della scuola media, dovrebbero essere i seguenti.

- Concetto di grandezza fisica inteso come ciò che si può misurare.
- Concetto di misura e di unità di misura (lunghezze, aree e volumi). Equivalenze.
- Relazioni elementari fra grandezze (proporzionalità diretta e inversa) e loro rappresentazioni grafiche.

- Conoscenza e uso del piano cartesiano.
- Saper risolvere semplici problemi.
- Concetto di frazione propria come operatore.
- Proprietà fondamentale delle proporzioni. Percentuali.
- Concetto di potenza, conoscenza delle proprietà delle potenze e potenze di 10.
- Equazioni di primo grado.
- Formule dirette/inverse (saper manipolare semplici relazioni algebriche).
- Calcolo letterale di base.

Il problema è l'omogeneità delle competenze in uscita, non essendo previsto un tema d'esame identico per le varie scuole (e i test INVALSI recentemente introdotti pare non siano comunque in grado di garantirla). Sulla base dell'esperienza pare che si possa ragionevolmente chiedere, come discusso anche nel tema 11, che gli studenti sappiano operare con sufficiente sicurezza solo con le frazioni, le proporzioni, le equivalenze, le equazioni di primo grado, il piano cartesiano, che posseggano i concetti di area e volume e ne conoscano le relative formule.

È pur vero che molti dei contenuti dell'elenco precedente sono comunque oggetto di studio sia della matematica che della fisica del primo anno. Si pone quindi un'ulteriore questione, la scansione temporale: si trattano in matematica argomenti utili alla fisica troppo tardi rispetto al momento in cui servono in fisica, e la difficoltà di coordinarne lo studio è ulteriormente incrementata dal fatto che sovente l'insegnamento della matematica e della fisica sono affidati a due persone diverse. Esiste infine un'altra materia, scienze, in studio già dal primo anno, per la quale molti dei prerequisiti elencati sono comunque importanti e che presenta elementi di sovrapposizione con la fisica. La sfida è quindi come non creare conflitti o inutili e noiose sovrapposizioni, e come, d'altro canto, creare sinergie.

Limitandosi alla matematica e all' fisica, gli argomenti che presentano correlazioni, desunti dall'analisi degli indici dei vari libri di testo, sono riportati nella seguente tabella con la scansione temporale con cui vengono abitualmente trattati nel primo anno.

FISICA	periodo	MATEMATICA	periodo
Grandezza fisica Misura e unità di misura Potenze di 10	settembre / ottobre	Numeri frazionari, decimali e operazioni in Q. Potenze e operazioni con le potenze	settembre
Incertezza in una misura	ottobre	Percentuali	settembre
Operazioni fra grandezze fisiche, omogenee e non	ottobre	Calcolo letterale	dicembre/ febbraio
Misura di lunghezze, aree, volumi	ottobre	Relazioni e funzioni	novembre
Relazioni fra grandezze Formule dirette e inverse	ottobre	Equazioni di I grado	maggio
Rappresentazione di un fenomeno: la proporzionalità diretta fra due grandezze fisiche. Tabelle e grafici	gennaio/maggio	Piano cartesiano. Retta passante per l'origine	si tratta in seconda

Come è evidente, emergono situazioni paradossali, in parte risolvibili con l'anticipazione, da parte dell'insegnante di matematica, della trattazione (in realtà un ripasso) dei principi di equivalenza delle equazioni di primo grado all'inizio dell'anno.

In fisica, d'altra parte, si può anticipare in prima la trattazione dell'equazione della retta passante per l'origine e la costruzione del suo grafico nel piano cartesiano. In questo caso, trattando le grandezze direttamente proporzionali, può essere utile impiegare il foglio elettronico di calcolo.

Consideriamo, a titolo di esempio, lo studio della proporzionalità diretta fra massa e volume di un corpo, misurati in laboratorio mediante bilancia e cilindro graduato. Si riportano in tabella i dati sperimentali e si costruisce il grafico, indicando anche le incertezze strumentali. Si calcola il rapporto massa/volume per ogni coppia di valori; si calcola il valor medio della densità e lo si utilizza per ricavare il valore teorico della massa in funzione del volume. Si riportano infine sul grafico i valori sperimentali del volume come variabile indipendente e i valori ricalcolati della massa come variabile dipendente, in modo da vedervi contemporaneamente i punti sperimentali e la retta "teorica" che li approssima. Si può, a questo punto, ragionare sulla densità media come "coefficiente angolare" della retta passante per l'origine.

In generale, le possibili soluzioni al problema dello sfasamento dei tempi, possono essere le seguenti:

- lavorare per tre, quattro mesi solo sull'acquisizione dei prerequisiti o sulla verifica del loro reale possesso e poi affrontare lo studio della fisica anche con esperienze di laboratorio;
- lavorare sui contenuti della fisica dedicando particolare attenzione all'acquisizione dei contenuti più matematici e contemporaneamente dedicarsi ad attività di laboratorio collegate agli argomenti via via affrontati.

La prima soluzione, più "ordinata", ha l'inconveniente di rischiare di essere noiosa e di non riuscire ad accattivarsi l'interesse degli studenti.

La seconda soluzione, la più ardua, in quanto l'esperienza di laboratorio mette in gioco contemporaneamente competenze multiformi fra cui la troppo spesso trascurata manualità, può essere forse l'unica che non scoraggi gli studenti. Infatti l'apprendimento dei vari concetti sarebbe più graduale e l'esperienza di laboratorio darebbe concretezza ai contenuti presentati. Tuttavia occorrerebbe ripensare a esperienze di laboratorio che permettano una maggior gradualità nell'utilizzo delle competenze.

Ad esempio, nel liceo scientifico Copernico di Torino, si è scelto di presentare al primo anno esperienze, e quindi contenuti, che prevedano solo l'utilizzo di relazioni di proporzionalità diretta, e di affrontare lo studio di argomenti con relazioni di proporzionalità inversa al secondo anno. In particolare, un gruppo di insegnanti ha deciso di posticipare lo studio dei vettori e dell'equilibrio su un piano inclinato alla seconda, anticipando invece in prima il concetto di pressione e di equilibrio nei fluidi. Tale scelta è stata dettata dall'esigenza di fare assimilare più a fondo il concetto di relazione tra due grandezze fisiche e in particolare il concetto di proporzionalità diretta. Lo schema dettagliato relativo al programma di fisica del primo anno, in questa seconda opzione, è riportato nella sezione dedicata.

Va segnalata l'ulteriore difficoltà dovuta alla vastità dei programmi di fisica per i nuovi licei scientifici, che, soprattutto nel biennio in cui sono previste solo due ore settimanali, mette a dura prova l'esigenza di riflettere adeguatamente su quanto fatto in laboratorio, per tacere dei tempi richiesti da spiegazioni, esercitazioni e verifiche. Una proposta per superare tale difficoltà è quella di lavorare per analogie, sottolineando gli isomorfismi di formule descrittive di fenomeni di

diversa natura: si pensi, ad esempio, al ben noto parallelismo tra la legge di gravitazione universale e la legge di Coulomb.

La sfida è quindi quella di ripensare lo studio della fisica non per branche o argomenti, ma per analogie e metodo di indagine.

Tema 7. Problem solving

Il tema, che è strettamente legato al tema 6, è stato affidato a Riccardo Urigu del liceo scientifico Copernico di Torino, che lo ha affrontato dall'angolazione particolare di "Quale fisica serve per la matematica?" Infatti, non pare azzardato ritenere che le radici e la formazione dei concetti astratti della matematica (e non solo) affondano nella realtà fisica e materiale delle cose concrete: se così è, questo dovrebbe indicare anche un approccio didattico basato sulla ricerca di modelli, esempi e analogie fisiche utili per capire la matematica. Modelli fisici di situazioni matematiche: pare che Platone stesso ammettesse la possibilità che le idee astratte fossero presenti nelle cose e ne rappresentassero l'essenza in un rapporto di *parusia* (παρουσία).

Questo discorso naturalmente interessa anche il tema connesso del "Problem solving" e quindi la ricerca di modelli, esempi e analogie fisiche utili per risolvere problemi astratti. Parafrasando una celebre affermazione di E. Wigner, si dovrebbero fornire esempi della "irragionevole efficacia" della fisica (anche nella didattica) nel risolvere talvolta problemi matematici.

Incominciamo dai modelli. L'accezione più ricorrente del termine modello fa riferimento alla produzione di una costruzione matematica che descriva la realtà; si mette sempre giustamente in luce l'utilità del modello, ma riteniamo che, periodicamente, sia salutare ricordare agli allievi la distinzione tra modello e realtà. Il disegno della pipa non è la realtà, analogamente l'icona del modello planetario di Rutherford (1911) non è l'atomo, la mappa non è il territorio e così via. Bisogna mantenere sempre un ancoraggio con la realtà. Com'è noto, l'umorismo è un potente registro critico utilizzabile nella didattica. Per esempio non farebbe male ogni tanto mettere in atto qualche provocazione del tipo:

«Un razzo di burro accelera fino a velocità relativistica $v = c/2$. Che cosa succede alla lunghezza del razzo misurata nel sistema del laboratorio?» (domanda di Tullio Regge). Risposta: «si scioglie prima di raggiungere la velocità relativistica!».

Oppure (Ghose 1990): «Il punto di ebollizione dell'olio di oliva è più alto del punto di fusione dello stagno. Come è possibile friggere del cibo in una padella contenente olio di oliva, dato che il fondo delle padelle è spesso fatto di rame stagnato?» (domanda di Enrico Fermi).

In entrambi i casi si tratta di mettere d'accordo il nostro modello astratto con la situazione fisica reale o viceversa. I "problemi alla Fermi" sono una palestra utile per esercitare gli allievi che iniziano lo studio della fisica alla costruzione di modelli di situazioni concrete, anche se talvolta i quesiti possono sembrare bizzarri (per alcuni esempi, si veda il sito Maryland, 2011).

A differenza dei problemi di matematica, normalmente un problema significativo concernente la fisica dovrebbe comportare, oltre all'ideazione di un modello matematico, anche l'ideazione di un modello sperimentale: cioè, come impostare l'esperimento, la misura, quali strumenti usare e quali procedure. Bisognerebbe quindi, a un certo punto del percorso didattico, spingere l'allievo a progettare da sé l'esperimento, senza "apparecchiare" in anticipo il tavolo di lavoro, scegliendo per lui strumenti, metodi di misura, ecc.

Un esempio celebre, attribuito a Fermi (Fermi 1945, esperimento Trinity): "Qual è l'ordine di grandezza dell'energia liberata nell'esplosione di una bomba A". Strumento di misura: alcuni foglietti di carta, orologio (forse). Modello matematico dell'onda d'urto generata dalla bomba.

Un altro "modello" comportamentale di riferimento per la modellizzazione fisica di problemi matematici ci è offerto da Richard Feynman quando racconta delle sue esperienze scolastiche e della sua maniera di affrontare i problemi: «... il problema stava nello scoprire cos'era x , non importava per quale via» (Feynman 1989), oppure «... Ogni volta che dovevo affrontare un problema di matematica cercavo un esempio concreto a cui si potesse applicare.» o «Applicavo uno schema che utilizzo ancora oggi quando qualcuno spiega una cosa che voglio capire: continuo a fare esempi» oppure le pagine in cui Feynman svela i suoi trucchi di calcolo mentale, in particolare la tecnica di cambiare contesto di uso di nozioni e concetti trasferendoli dall'ambito fisico a quello matematico (Feynman, 2009).

Tutti questi esempi ci paiono facilmente trasportabili a livello scolastico, fondamentalmente per quanto riguarda l'atteggiamento mentale di fronte ai problemi: ovvero,

- pragmatismo ("non importava per quale via"),
- cambiamento di contesto e quindi di significato, cambiamento di prospettiva,
- uso anche "improprio" delle tecniche e delle analogie (del tipo, usare una scarpa per piantare un chiodo: non si tratta di arbitrio selvaggio, ma di una sorta di bricolage di laboratorio).

La difficoltà nel trovare esempi ulteriori di pratiche didattiche è solo legata alla nostra mancanza di immaginazione!

Continuiamo con le analogie, utili anche per costruire modelli per la risoluzione dei problemi. Ancora Fermi (Fermi, 1930), che in questo era (è) un maestro: «L'ipotesi più naturale che si è indotti a fare quando ci si trova di fronte a qualcosa di sconosciuto è che il suo comportamento sia analogo a quello di cose simili meglio note». Anche in questo caso ci pare (più) interessante rivolgere l'attenzione alla formulazione e utilizzo di analogie fisiche di situazioni e problemi matematici, in quanto, d'abitudine, ci si concentra sulla formulazione del problema di fisica in termini matematici. Cioè, più che fisica-matematica, vogliamo provare a fare, in qualche occasione, matematica-fisica.

Una serie di esempi concreti, didatticamente interessanti e spesso sorprendenti, si trovano nel libro di Mark Levi (Levi 2009): vi si legge, per esempio, un caso proponibile in una seconda classe del nuovo "epocale" liceo scientifico, una dimostrazione "idraulica" del teorema di Pitagora. Ci sono poi molte altre proposte; idearne altre è uno stimolo per la creatività di docenti e allievi.

Oltre ad analogie tra i due campi della matematica e della fisica, in un verso o nell'altro, sono (didatticamente) interessanti e utili le analogie "interne" alla fisica. Queste sono sviluppate soprattutto nell'approccio del Corso di Fisica di Karlsruhe, "KPK" (Hermann, 2006). Per esempio:

MOLLA

forza F
 allungamento s
 $1/k = s/F$
 energia potenziale elastica
 $U = \frac{1}{2}ks^2$

CONDENSATORE ELETTRICO

differenza di potenziale V
 carica elettrica Q
 Capacità elettrica $C = Q/V$
 energia potenziale
 elettrostatica $U = \frac{1}{2}CV^2$

RECIPIENTE CILINDRICO

livello d'acqua h (pressione)
 volume d'acqua V
 sezione del cilindro A
 energia potenziale
 gravitazionale $U = \frac{1}{2} A h^2$

È azzardato pensare a Fermi come a un antesignano del KPK? Nel libro di testo per le scuole scritto da Fermi nel lontano 1946 (Fermi, 1946), leggiamo:

vediamo facilmente che la capacità elettrica di un conduttore si deve far corrispondere alla sezione del recipiente cilindrico che lo rappresenta: infatti la quantità di acqua contenuta nel recipiente è uguale a questa sezione moltiplicata per h , così come la quantità di elettricità contenuta nel conduttore è uguale alla sua capacità moltiplicata per V .

L'approccio del KPK, nel quale l'analogia strutturale di diversi ambiti della fisica gioca un ruolo fondamentale, potrebbe costituire una soluzione per quanto riguarda i problemi sollevati dalla nuova "riforma" per l'insegnamento della fisica nel biennio dei licei, dove ci si deve confrontare con un ampio spettro di contenuti da affrontare in un tempo limitato. Infatti (Hermann, 2006), «I contenuti della scienza e in particolare della fisica vanno crescendo continuamente. Invece, il tempo disponibile per l'insegnamento rimane costante. Come possiamo risolvere questo problema?»: si tratta dello stesso problema di strutturazione "economica" ed efficaci dei contenuti didattici.

Infine qualche considerazione sul ruolo del laboratorio nei riguardi del "problem solving". Senza mitizzare la funzione del laboratorio (per entusiasti o perplessi vedere Hodson, 1992), ci sembra interessante l'osservazione del possibile ruolo "catalizzatore" che potrebbero avere attività ben strutturate nell'attivare l'astrazione. Infatti, è convinzione di molti esperti che la didattica delle scienze debba svolgersi in qualche tipo di laboratorio: la presenza condensata della realtà nel contesto scolastico e la necessità di adoperare l'induzione per capirla e afferrarla riattiverebbe il linguaggio formale proprio delle scienze (in particolare della fisica e della matematica), quello che Carlo Bernardini chiama "mentalese" (Bernardini, 2007). Peraltro le Indicazioni Nazionali per i Licei sembrano quasi suggerire un uso del laboratorio finalizzato semplicemente all'acquisizione di non meglio specificate "abilità relative alla misura": «... gli esperimenti di laboratorio consentiranno ... di insegnare allo studente come esplorare fenomeni (sviluppare abilità relative alla misura) ...».

Le attività di laboratorio dovrebbero essere legate all'esperienza reale e avere un senso (possibilmente pratico), perché l'allievo abbia la percezione che valga la pena di impegnarsi a risolverlo; l'impegno dell'allievo nella risoluzione deve fondarsi su qualcosa che vada oltre la pura e semplice esecuzione di un compito assegnato dall'insegnante. Si dovrebbero stabilire degli obiettivi concreti. Per esempio, chiedere agli allievi di misurare il periodo delle piccole oscillazioni di un pendolo semplice con incertezza inferiore al 5% senza giustificare la necessità rischia di essere percepita come una prescrizione autoritaria da assolvere solo per avere un buon voto e non aiuta alla costruzione di un significato. Invece, seguendo per esempio l'idea di Tito Livio Burattini per la definizione del metro campione, si potrebbe chiedere qualcosa di diverso, tipo: vogliamo determinare la lunghezza del pendolo che batte il secondo: con quale incertezza dobbiamo misurare il periodo per avere un pezzo di filo che riproduca il metro campione con l'incertezza del cm?

Quanto al fatto di «... risolvere problemi, ... avere consapevolezza critica del proprio operato», sempre citando dalle Indicazioni Nazionali, sono istruttive e suggestive due famose storielle, la prima apocrifa, la seconda certamente accaduta (Bernardini, 2003): la parabola di Alexander Calandra (ad uso degli studenti) e la storia di Erasto B. Mpemba (ad uso degli insegnanti).

Soprattutto nel biennio sarebbe opportuno mantenere uno stretto "intreccio" tra matematica e fisica anche prevedendo una costante interazione tra il docente di matematica e quello di fisica, oppure un medesimo docente didatticamente motivato sulle due discipline: purtroppo questo si scontra con l'opera di "razionalizzazione della spesa" che impone la saturazione oraria dell'orario di lezione a 18 ore e la frammentazione dell'orario senza alcun criterio didattico.

Tema 9. Tecnologie per l'insegnamento della Fisica

Il tema è stato affidato a Tommaso Marino e a Dino Galante, con il compito di fornire un quadro con informazioni base che aiutino la riflessione.

Le tecnologie che oggi si possono usare per migliorare l'efficacia dell'insegnamento della Fisica sono numerose e possono aiutare il lavoro dei docenti con varie modalità e con strumenti che si prestano a migliorare i diversi aspetti dell'insegnamento.

Le più diffuse nelle scuole sono oggi quelle informatiche, in particolare quelle che utilizzano la rete telematica. Gli strumenti sono diversi ed è possibile classificarli in vari modi. Per semplicità, sono stati classificati nelle seguenti categorie in base al tipo di utilizzo per l'insegnamento della fisica: software di simulazione e calcolo, software e hardware di acquisizione dati, siti web interattivi, piattaforme di e-learning o assimilabili.

Tutti i prodotti citati nel seguito sono liberamente scaricabili e utilizzabili in classe con diverse modalità, che vanno dall'Open Source, al Free Software sino alle licenze Creative Commons.

Software di simulazione e calcolo

Dato il tema del convegno, è d'obbligo citare GeoGebra¹, che è un software di geometria dinamica arrivato a un livello di maturità ottimale per la didattica: è liberamente scaricabile dalla rete e può essere utilizzato per modellizzare e rappresentare graficamente anche diversi fenomeni fisici. Rimandiamo per esemplificazioni ai numerosi interventi presentati in questo stesso convegno.

Un software che potrebbe aiutare nella realizzazione di modelli fisico-matematici è il software di descrizione geometrica 3D *Sketchup*²: è un prodotto di Google che ha anche un approfondimento specifico di Fisica chiamato *sketchyphysics*³.

Nel campo dei linguaggi di programmazione, per chi ha abbandonato il Pascal in tutte le sue varie versioni, è possibile scaricare liberamente dalla rete alcuni linguaggi. Uno di questi è il linguaggio Scratch⁴, elaborato e sviluppato dal MIT di Boston per scopi educativi e pubblicizzato come "linguaggio per tutti".

Software e hardware di acquisizione dati

Un software molto utile per l'uso del laboratorio in classe è *Tracker*⁵, sviluppato come software Open Source e dedicato alla fisica. Il punto di forza di questo software sta nel fatto che richiede un "hardware" facilmente disponibile, quale, ad esempio, una semplice videocamera anche non professionale come quella di un telefonino cellulare. A partire da un filmato ripreso dalla videocamera, è possibile costruire una tabella di dati che descrivono la fisica del problema. Si possono così analizzare fenomeni di caduta dei gravi, fenomeni ottici o vari moti, ed è possibile analizzare i dati direttamente su un personal computer.

Un altro modo per acquisire dati in luoghi anche diversi dal laboratorio classico è quello di usare un piccolo circuito elettronico molto economico chiamato *Arduino*, sviluppato completamente in Italia a Ivrea (TO) e in grado di acquisire dati con sensori e di trasmetterli al computer per la loro elaborazione. L'hardware del sistema è Open Source quindi completamente documentato e

¹<http://www.geogebra.org>.

²<http://sketchup.google.com/>.

³<http://code.google.com/p/sketchyphysics/>.

⁴<http://scratch.mit.edu>.

⁵<http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/>.

scaricabile liberamente dalla rete⁶. Anche il software di controllo⁷, di derivazione Java, è liberamente scaricabile dalla rete: è sostanzialmente un linguaggio di programmazione a sé stante, utilizzabile per programmare la scheda Arduino, che può essere studiato e approfondito nell'ambito delle discipline del biennio.

Un altro semplice apparato per esperimenti di meccanica consiste nell'utilizzo del WIIMOTE, un telecomando molto diffuso in quanto è utilizzato per la consolle di videogiochi Nintendo Wii. Questo telecomando è usato da molti studenti per videogiocare ed è in grado di rilevare e trasmettere via radio i dati che rilevano la posizione e l'accelerazione del telecomando stesso. Questi dati si prestano molto bene a essere ricavati da semplici esperienze quali pendoli, piani inclinati e altro ancora: esempi sono riportati nel sito⁸ del gruppo di docenti che da anni sperimentano il loro uso nel laboratorio di Fisica.

Siti web interattivi

Innumerevoli sono i siti web che possono essere utili, a diverso livello, per l'insegnamento della fisica. Tralasciamo quelli puramente "passivi", che possono essere consultati per estrarre materiali informativi o illustrativi, per i quali il problema principale riguarda l'affidabilità delle informazioni contenute. Citiamo solo i siti, di recente sviluppo anche in lingua italiana, che presentano veri e propri "libri di testo", cioè materiale di supporto allo studio abbastanza strutturato come è appunto un libro di testo, scaricabile liberamente con licenza Creative Commons: un esempio è il sito *Matematicamente*⁹ che fornisce anche articoli, recensioni e approfondimenti su temi di Matematica e di Fisica in chiave didattica.

Un esempio di sito web interattivo in cui, con un linguaggio e una grammatica oltremodo intuitiva, è possibile rappresentare delle funzioni a partire dalla loro definizione analitica, costruire modelli "online" e farli funzionare è *Wolframalpha*¹⁰ che contiene anche un motore di ricerca (in inglese) con un "data base" di temi e di argomenti di matematica e fisica.

Piattaforme di e-learning e siti assimilabili

Fra le piattaforme e-learning esistenti una delle più diffuse è *Moodle*¹¹ perché open-source e semplice da utilizzare e installare. Gli aspetti tecnici per l'installazione di Moodle esulano dagli scopi di questa rassegna, tuttavia è opportuno sottolinearne la semplicità tecnica e l'economicità. Una volta installata la piattaforma, è necessario creare un corso. Nell'esperienza condotta da uno degli autori di questa rassegna (DG) è stato creato un corso per ogni classe e gli allievi in possesso del link al sito hanno creato un proprio account per l'accesso al corso. Citiamo come esempio una lezione sul piano inclinato per una classe prima dell'istituto tecnico condotta con Moodle: il piano inclinato (eventualmente in presenza di attrito) costituisce un ottimo spunto per approfondire argomenti quali la scomposizione di un vettore, reazioni vincolari, forza

⁶ www.arduino.cc Esempi in varie lingue di progetti sviluppati dalle scuole e per le scuole usando Arduino si trovano nel sito <http://scuola.arduino.cc/?language=it>.

⁷ <http://processing.org/>.

⁸ http://groups.google.com/group/wii_libera_la_lavagna?hl=it.

⁹ www.matematicamente.it

¹⁰ <http://www.wolframalpha.com/>

¹¹ www.moodle.org/: al momento, l'edizione 1.9.x è utilizzabile sulla maggior parte dei servizi hosting italiani a costo contenuto. L'edizione 2.x richiede invece maggiori risorse hardware da parte del provider. Per l'uso sul proprio pc o su sever dedicato si può installare senz'altro quest'ultima.

peso, tutti aspetti fondamentali per lo studio della statica e di importanza capitale per il prosieguo nei corsi del triennio.

Altro punto forte dell'utilizzo di Moodle è di poter disporre di quiz che rispetto agli esercizi tradizionali presentano alcuni vantaggi:

- gli esercizi sono personalizzabili da parte del docente in quanto, il più delle volte, ne è egli stesso l'autore;
- le tipologie previste sono davvero molte: domande a completamento, test a risposta multipla, test a risposta numerica calcolata di volta in volta in base ai dati generati in maniera random (con intervalli di valori scelti dall'insegnante) e numerose altre;
- l'esecuzione degli esercizi da parte degli allievi è monitorabile, così come tutte le altre attività su Moodle.

Entrando nello specifico della disciplina si possono evidenziare tuttavia alcuni aspetti negativi, in particolare:

- negli esercizi la cui risposta è calcolata in base a una formula immessa dal docente (talvolta piuttosto complessa nei problemi a "più passi"), i risultati elaborati dal computer, che verranno confrontati con quelli immessi dall'allievo, tengono conto di "cifre decimali" e non di "cifre significative" e ciò impone di utilizzare necessariamente multipli o sottomultipli nelle risposte;
- la valutazione dell'esercizio ammette l'inserimento della sola risposta finale, mentre nei problemi a più passi sarebbe stato molto utile poter disporre di risultati intermedi in modo da poter valutare anche una risoluzione "parziale" dell'esercizio.

A livello più alto di utilizzo è possibile costruire un vero e proprio Learning Object (LO) mediante un programma che si sposa perfettamente con Moodle: si tratta di Exelearning¹², sviluppato in Nuova Zelanda e disponibile anch'esso per tutte le piattaforme; questo programma permette di produrre facilmente delle "lezioni" che vengono poi salvate secondo uno standard denominato SCORM che è implementato in molte piattaforme e-learning fra le quali Moodle.

La preparazione di un LO in exelearning è facilitata in quanto la struttura stessa dei "menu" dell'interfaccia suggerisce i tasselli fondamentali che il docente sceglierà di includere nel "percorso" pensato per la produzione del LO. Si trovano infatti, in successione: i prerequisiti, gli obiettivi, un caso di studio, i test e le conclusioni. Nel LO potranno essere inclusi diversi tipi di file: filmati youtube, file flash, articoli di wikipedia, ecc.

A livello ancora più alto di utilizzo di piattaforme interattive si pone l'utilizzo di una piattaforma WIKI per lo sviluppo collaborativo di materiale didattico, ad esempio per la redazione collaborativa della relazione di un esperimento di laboratorio. L'attribuzione del voto del laboratorio di fisica è spesso viziata dalla dicotomia fra il contributo del singolo e quello del "gruppo" nel suo complesso: quasi tutte le esperienze vengono svolte in gruppi, sia per la dotazione del laboratorio che non permette di avere una strumentazione completa a persona, sia per gli aspetti di relazione-collaborazione insiti nelle competenze stesse che il "laboratorio" permette di acquisire. Un sistema che stimoli il gruppo nel suo complesso a far meglio e nel contempo permetta di valutare il contributo del singolo, posto che sia questo uno degli obiettivi, è difficilmente attuabile con la valutazione della classica relazione di gruppo la quale, anche se redatta singolarmente, tende poi a essere copia di quella dell'allievo "più bravo" al quale i ragazzi

¹²www.exeleraning.it.

stessi tendono a lasciare il compito di fare il redattore. Un meccanismo di tipo WIKI, del quale wikipedia è il più famoso esempio, permette di costruire un documento che ha il vantaggio di essere:

- multimediale: gli allievi potranno inserire foto, filmati, audio, file interattivi (es. flash);
- collaborativo: ogni allievo del gruppo potrà modificare il documento allo scopo di migliorarlo; per ogni modifica vengono registrati il nome dell'autore e la data e ora della modifica. In caso di ripensamenti è sempre possibile tornare indietro a qualunque versione passata del documento con un semplice click;
- controllabile: il docente può monitorare il contributo di ogni singolo allievo alla redazione del documento.

Per ospitare uno spazio wiki si possono reperire in rete molti servizi gratuiti, in particolare abbiamo utilizzato "wikispaces"¹³ che è gratuito se utilizzato per fini didattici. Per l'utilizzo di ambienti cooperativi come wiki è bene tener presente che tutti gli utenti registrati possono apportare modifiche a ogni documento del sito: nulla eviterebbe, in linea di principio, allo studente B1 appartenente al gruppo B di modificare una relazione del gruppo A in maniera "fraudolenta". Per evitare sovrapposizioni è bene creare uno spazio wiki per classe in modo da monitorare con facilità gli accessi dei 20-30 studenti di ogni singola classe.

Fra gli aspetti positivi dell'utilizzo di una piattaforma WIKI possiamo evidenziare i seguenti:

- emergono spontaneamente le potenzialità, talvolta poco sondate mediante le valutazioni classiche, di ogni singolo allievo. Il gruppo tende ad auto-organizzarsi e ogni elemento contribuirà per quelle che sono le proprie competenze: un allievo si occuperà dell'elaborazione dei dati, un altro degli aspetti multimediali della relazione (foto, video), un altro organizzerà i contenuti e coordinerà il gruppo, ...
- ogni allievo tende a "fare qualcosa" - e a farlo bene - sia perché sa di essere sotto controllo da parte del docente per ogni suo contributo, sia per evitare una brutta figura all'interno del gruppo;
- la relazione scopiazzata all'ultimo momento non ha più senso in quanto il documento è redatto a più mani e difficilmente tende a essere la "fotocopia" della relazione di un altro gruppo.

Fra le criticità emerse poniamo l'accento sulle seguenti:

- scelta fra una valutazione a livello di gruppo o una valutazione che tiene conto del "peso" del contributo del singolo allievo (ad esempio occuparsi solo del riordino dei materiali, quali foto, filmati, veste grafica della relazione, avrà lo stesso peso dell'elaborazione e commento dei dati?);
- entusiasmo iniziale dovuto alla novità che, se non continuamente alimentato, tende poi a scemare, riducendo lo spazio wiki, inizialmente vivo e frequentatissimo, a un vecchio deposito di file e testi.

Tema 11. Continuità dalla Scuola Secondaria di primo grado

Il tema è stato affidato a tre insegnanti di scuola media, Sandra Becchio, Renato Marchelli e Nadia Tribaudino dell'I.C. Dante Alighieri di Volpiano (TO), anche se molti contributi sono stati dati dagli altri gruppi di lavoro. Il compito richiesto ai tre insegnanti era una riflessione sulle

¹³ www.wikispaces.com.

competenze che gli allievi possono ragionevolmente avere acquisito alla fine del corso di studi della scuola secondaria di primo grado e che possono essere utili per il corso di fisica nella scuola secondaria di secondo grado, basata su attività effettivamente svolte. È ovvio che si tratta di una testimonianza non generalizzabile, essendo comunque vari sia la programmazione delle singole scuole, sia il corso di studi di provenienza degli insegnanti di matematica e scienze nella scuola media, per cui non è detto che tutti i ragazzi possiedano effettivamente le stesse competenze in uscita dalla scuola media. I punti essenziali sono stati ridotti a quattro, qui di seguito elencati.

1. *Conoscere il metodo scientifico.* La competenza forse più importante da acquisire nel corso di scienze della secondaria di primo grado è il saper riconoscere e applicare il metodo proprio delle scienze sperimentali. Ciò implica in particolare

- la capacità di porsi domande di fronte a un fenomeno: si parte dall'osservazione preliminare di qualche fenomeno e si cerca di far scaturire dai ragazzi non risposte, ma domande del tipo "Come avviene?", "Che cosa l'ha causato?" evitando invece quelle del tipo "A quale fine?";
- capacità di formulare ipotesi: ad esempio, nella classica esperienza di misura del periodo del pendolo, le ipotesi da verificare possono riguardare la dipendenza dalla lunghezza e/o dalla massa del dado";
- saper verificare ipotesi e trarre semplici conclusioni dai risultati di un'esperienza: risulta utile far leggere ai ragazzi sul libro di testo la descrizione di esperimenti storici e far compilare una scheda su cui devono indicare qual è il problema affrontato, quali sono le ipotesi fatte, la descrizione delle varie fasi dell'esperimento, le osservazioni, i dati raccolti, le conclusioni.

2. *Misurare.* L'acquisizione del concetto di misura non è solo prerequisito per lo studio di tutte le altre scienze, ma anche per moltissime azioni di vita quotidiana. I passi sono:

- distinguere i concetti di grandezza, unità di misura, strumento di misura, corpo misurato, che spesso i ragazzi confondono;
- riconoscere una grandezza fisica: è il prerequisito per affrontare il tema della misura, si inizia facendo elencare ai ragazzi una serie di qualità possibili (se necessario si fa elencare una serie di aggettivi e si costruisce il sostantivo, es. bello-bellezza, lungo-lunghezza) e si fanno confrontare gli oggetti secondo ciascuna qualità, passando poi all'ordinamento;
- avere chiaro il concetto di unità di misura: misurare significa confrontare una grandezza fisica con un "campione" scelto come unità di misura. Il "campione" può essere anche arbitrario (esempi: la spanna, un'assicella per la lunghezza, un mattoncino di lego, un dado, una sfera del geomag per la massa);
- avere un'idea approssimativa di quanto vale una unità di misura del SI o uno dei suoi sottomultipli più usati: esempio, trovare all'interno del laboratorio qualcosa lungo un metro, costruire con il cartoncino un dm^2 , delimitare uno spazio di un metro cubo e verificare quanti ragazzi riescono a starci dentro ...;
- conoscere le grandezze fondamentali lunghezza, massa, tempo;
- effettuare misure indirette quali la superficie, il volume, la velocità, la densità, il lavoro, la potenza, l'accelerazione, ecc.;

- eseguire equivalenze: spesso i ragazzi conoscono già l'argomento dalla scuola elementare, si tratta di puntare l'attenzione solo su alcuni multipli e sottomultipli scelti fra i più usati, quali mm cm dm m km, oppure cm^2 dm^2 m^2 , secondi minuti ore, ecc.;
- gestire l'incertezza di misura: esempio, si fa misurare la stessa lunghezza a tutta la classe, si calcola la media e la differenza fra il valore massimo e il minimo divisa per due (per poter scrivere il risultato della misura come *media \pm incertezza e unità di misura*).

3. *Collaborare con gli altri.* Un obiettivo importante, di tipo educativo, è quello di imparare a lavorare assieme ai compagni, in particolare

- contribuire in modo autonomo al lavoro di laboratorio;
- coinvolgere gli altri;
- valorizzare all'interno del gruppo le capacità di ciascuno.

4. *Conoscenze di base.* Ci siamo limitati alle competenze di tipo "sperimentale", tralasciando aspetti di studio esclusivamente teorico che implicano competenze relative a comprensione, rielaborazione, ecc Alcune di queste ci sembra che debbano comunque essere prerequisiti per poter affrontare adeguatamente il corso di studi successivo. L'importante, però, è che non siano "frasette" imparate a memoria, ma concetti fondamentali, interiorizzati, che servano per interpretare le nuove conoscenze. Non essendoci lo spazio per esaminarle tutte ne riportiamo un paio come esempio:

- riconoscere i passaggi di energia: presentare l'energia come qualcosa che può cambiare forma e trasferirsi da un oggetto a un altro;
- avere una prima idea del modello atomico della materia.

Conclusioni

Non è possibile trarre conclusioni finali da un lavoro così variegato, ancora in pieno svolgimento, che necessita integrazioni e ripensamenti. Alcune indicazioni emergono però chiaramente:

- la risposta degli insegnanti che hanno contribuito al workshop mostra che la necessità di costruire un proprio piano di lavoro a partire da "indicazioni" generali offerte a livello nazionale ha promosso un grosso lavoro di ripensamento sull'insegnamento della fisica nel biennio della scuola secondaria superiore, che presenta aspetti interessanti di innovazione didattica;
- è emersa l'importanza del ruolo del laboratorio non solo per gli aspetti motivazionali e addestrativi rilevanti in questa fascia di età, ma anche per lo sviluppo dei concetti e delle abilità di formalizzazione anche matematica;
- le difficoltà che gli studenti spesso incontrano nell'approccio alla formalizzazione matematica non vanno ignorate, ma neppure sopravvalutate: la formalizzazione matematica è indispensabile per uno stabile apprendimento della fisica, ma, a sua volta, la fisica può fornire un buon supporto allo sviluppo dei concetti matematici;
- il raccordo con le altre discipline, in particolare con la matematica e le scienze, è riconosciuto essenziale non solo per l'ottimizzazione dei tempi e delle sequenze di presentazione dei concetti e dei metodi di lavoro, ma anche per fornire allo studente una visione unitaria dell'apprendimento scientifico: ci sono molti aspetti comuni alle diverse discipline, a partire dal problema della misura o da quello del così detto "metodo scientifico" o dalla metodologia del "problem solving", che non possono essere diversi

nelle diverse discipline. La strada da percorrere in questa direzione è ancora lunga, ma già si intravede in alcuni casi che può essere utilmente sfruttata in questa direzione proprio l'apertura che le nuove indicazioni nazionali lasciano alla programmazione individuale.

Bibliografia

- Allasia, D. & Rinaudo, G. (2010). Una 'rete di energie': una 'comunità di pratiche' per costruire un percorso sull'energia dalla scuola dell'infanzia alla scuola secondaria. *La Fisica Nella Scuola*, 43, Suppl. n. 4, pagg.189-196.
- Bernardini, C. & De Mauro, T. (2003). *Contare e raccontare (Dialogo sulle due culture)*. Bari: Laterza, p.53.
- Bernardini, C. (2007). Insegnare e divulgare. Una congettura elementare e due culture. *LFnS*, 38, p. 45, 2007
- Duschl, R., Schweingruber, H. & Shouse, A. (2007). *Taking Science to school*. Editors: Committee on Science Learning, Kindergarten through Eighth Grade; National Research Council.
- Fermi, E. (1930). I fondamenti sperimentali della nuova meccanica atomica. *Periodico di matematiche*, ser. 4, 10 (1930), pp. 71-84; cfr. anche Fermi, E. (2009) *Atomi Nuclei Particelle. Scritti divulgativi ed espositivi 1923-1952*, a cura di V. Barone. Torino: Universale Bollati Boringhieri.
- Fermi, E. (1945). *My Observations During the Explosion at Trinity on July 16, 1945*. <http://www2.vo.lu/homepages/geko/atom/report.htm>; <http://www.quora.com/Physics/How-did-Fermi-estimate-the-power-of-the-Trinity-bomb>
- Fermi E. & Persico E. (1946). *Fisica per Scuole medie superiori*. Bologna: Zanichelli, Capitolo VII, pag. 202.
- Feynman, R. (1989). *Che t'importa di cosa dice la gente?* Bologna: Zanichelli.
- Feynman, R. (2007). *Sta scherzando Mr. Feynman?* Bologna: Zanichelli.
- Ghose P. & Home D. (1990). *Il diavoletto di Maxwell. La fisica nascosta nella vita quotidiana*. Bari: Dedalo, (Fermi e la padella, p. 31).
- Hermann, F. (2006). *Der Karlsruhe Physikkurs*. Edizione italiana a cura del Dipartimento dell'educazione del Canton Ticino.
- Hodson, D. (1992). Una visione critica dell'attività pratica nell'insegnamento delle scienze sperimentali, *La Fisica nella Scuola*, XXV, n. 3, luglio-settembre 1992; riprodotto anche in Il laboratorio e la realtà, a cura di R. Serafini, Supplemento al n. 3, luglio-settembre 2008 de LFnS.
- Levi, M. (2009). *The Mathematical Mechanic: Using Physical Reasoning to Solve Problems*. Princeton University Press.
- Maryland University (2011). *Fermi Problems Site*. <http://www.physics.umd.edu/perg/fermi/fermi.htm>
- MIUR (2010). *Guida alla nuova Scuola Secondaria Superiore*. <http://www.istruzione.it/>
- Paracchini, S. & Righi, L. (1997). *Scoprire la materia*. Milano: Tramontana.
- Schede Sinottiche dettagliate (2011): in <http://teachingdm.unito.it/porteaperte/> alla pagina "Scuola Secondaria di II grado - Fisica".

R
 (1) Dipa
 scienze
 Lo

Introdu

Scopo pri
 prodotti
 convinci
 dell'inseg
 curriculum
 disciplina
 e la sen
 risistemat
 sviluppat
 come "La
 che rinco
 primo co
 e "forza/
 modo na
 ingloba i
 del seco
 quanto ri
 contribut
 L'insegn
 modelliz
 compare
 scienza
 dell'intri
 alle altre
 questo a
 imbocca