

INSEGNARE FISICA NEL TRIENNIO DEI LICEI SCIENTIFICI

di Maria Elisa Bergamaschini e Lorenzo Mazzoni*

L'insegnamento della Fisica nel triennio di un liceo scientifico richiede una certa complessità, perché non venga ridotta la portata educativa e culturale dell'insegnamento scientifico.

Gli autori propongono quindi un percorso che, nel rispetto delle Indicazioni Nazionali, si sviluppa tenendo presente la dimensione conoscitiva, quella storica e quella sperimentale. Particolare attenzione viene data ai «nodi concettuali» che si incontrano nello sviluppo storico della Fisica.

Una provocazione al lettore perché rifletta criticamente su certa editoria scolastica che sta fortemente condizionando l'insegnamento scientifico.

* già docenti di Fisica nel liceo scientifico, autori di libri di testo di Fisica

Nell'anno scolastico 2010-2011 a partire dalla classe prima, è stata avviata la Riforma della Secondaria di secondo grado, che sta arrivando a regime nell'attuale 2014-2015; gli studenti che hanno iniziato il nuovo liceo oggi frequentano la quinta classe. In questi cinque anni sembra essersi acuito lo iato tra la prassi quotidiana dell'insegnamento delle Scienze sperimentali, *in primis* la Fisica, e l'impostazione delle Indicazioni Nazionali, che declinano la riforma in termini di quadro orario e di obiettivi disciplinari specifici.

Una riflessione sull'insegnamento della Fisica nel triennio del liceo scientifico non può perciò prescindere da una attenzione al contenuto delle Indicazioni Nazionali.

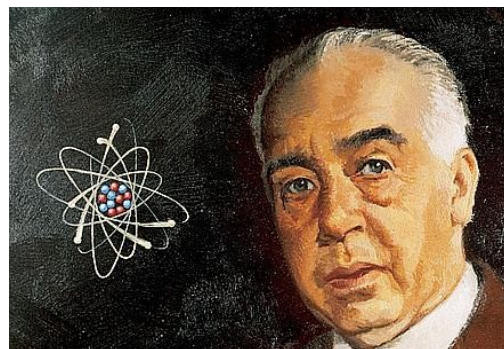
Quadro orario

Sia nell'indirizzo tradizionale sia in quello delle scienze applicate il quadro orario prevede per l'insegnamento della Fisica tre ore settimanali nel secondo biennio e nel quinto anno, precedute nel primo biennio da due ore settimanali. Una disponibilità di ore piuttosto esigua rispetto agli obiettivi specifici delineati, alquanto ambiziosi, cosa che rende necessario operare delle scelte da parte del docente che, senza perdere rigore di impostazione, deve fare scelte di contenuti e di metodo di lavoro in base alle caratteristiche della classe. Una seconda opportunità è che il consiglio di classe/collegio-docenti, applicando la possibilità di variazione del quadro orario prevista dal legislatore, lo incrementi riconoscendo l'importanza culturale e formativa di questo insegnamento.

Uno sguardo rapido va dato sia alla meta del percorso di Fisica, le cosiddette *competenze* da raggiungere, sia agli Obiettivi Specifici di Apprendimento in base ai quali il docente è chiamato a scandire l'itinerario dei contenuti e delle scelte didattiche a essi correlate.

Competenze

Nell'ambito del *Trattato di Lisbona* (aprile 2008), si è sottolineata la necessità che la scuola, a tutti i gradi di scolarità, non punti sull'informazione ma sulla formazione di «competenze», ove con tale termine si intende la «comprovata capacità di utilizzare



Niels Bohr (1885-1962)

conoscenze, abilità e capacità personali, sociali e/o metodologiche, in situazioni di lavoro e di studio e nello sviluppo professionale e personale.»¹

La Riforma del 2010 ha fatto proprie queste istanze e quindi, la commissione che ha steso il testo delle Indicazioni ha premesso agli Obiettivi Specifici di Apprendimento (OSA) della Fisica, poche e chiare richieste di «competenza» da tener presenti nel redigere un piano di lavoro; le riportiamo di seguito.

«In particolare, lo studente avrà acquisito le seguenti competenze: osservare e identificare fenomeni; formulare ipotesi esplicative utilizzando modelli, analogie e leggi; formalizzare un problema di Fisica e applicare gli strumenti matematici e disciplinari rilevanti per la sua risoluzione; fare esperienza e rendere ragione del significato dei vari aspetti del metodo sperimentale, dove l'esperimento è inteso come interrogazione ragionata dei fenomeni naturali, scelta delle variabili significative, raccolta e analisi critica dei dati e dell'affidabilità di un processo di misura, costruzione e/o validazione di modelli; comprendere e valutare le scelte scientifiche e tecnologiche che interessano la società in cui vive».²

Obiettivi Specifici di Apprendimento (OSA)

Nell'ambito delle linee generali sopra riportate, gli Obiettivi Specifici di Apprendimento (OSA) dettagliati per il primo biennio, il secondo biennio e il quinto anno si presentano con un basso grado di prescrittività, lasciando ampio spazio a una programmazione definita in relazione alle caratteristiche della classe e alla metodologia didattica del docente³ e suggeriscono un percorso che consente di ridurre, entro certi limiti, le «informazioni» a favore delle «competenze».

Se già nel secondo biennio sono auspicabili eventuali approfondimenti a carattere storico, epistemologico e interdisciplinare, per il quinto anno di corso, è esplicitamente previsto l'esame delle problematiche che storicamente hanno portato ai nuovi concetti di spazio e tempo, massa e energia sia nell'ambito del microcosmo sia in quello del macrocosmo e inoltre si richiede che lo studente abbia raggiunto una visione consapevole delle caratteristiche proprie di questa particolare forma di conoscenza della realtà naturale.

Gli OSA non presentano differenze fra le due opzioni liceali se si eccettua un breve riferimento alla centralità dell'attività sperimentale da svolgersi regolarmente nel laboratorio didattico per il Liceo Scientifico – opzione delle Scienze applicate.⁴ Per entrambi i tipi di liceo è però sottolineata ripetutamente l'importanza del laboratorio per tutti gli anni di corso, e in modo particolare nel primo biennio, anche se poi questo obiettivo non è supportato con un adeguato quadro orario.

Non sarà quindi possibile un'attività di laboratorio di ampio respiro, tuttavia riteniamo, e lo esemplifichiamo nella nostra proposta, che sia possibile salvaguardare la dimensione sperimentale con un percorso fatto di pochi ma significativi esperimenti.

Proposte per un percorso di Fisica nel triennio

La progettazione di un percorso di Fisica che possa costituire per lo studente una esperienza di apprendimento ricca di valenze culturali deve in qualche modo rispettare le modalità della ricerca scientifica e lo statuto del sapere fisico.

Al centro quindi stanno il metodo sperimentale, stabilito da Galileo con i tre fondamentali concetti di «affezione», di «sensate esperienze», di «matematiche dimostrazioni», e la genesi e la specificità delle domande che la Fisica pone alla realtà e delle risposte che storicamente emergono dal lavoro degli scienziati.

Gli obiettivi che attribuiamo all'insegnamento della Fisica includono l'intenzione di illustrare il ruolo di questa scienza nel processo complessivo di sviluppo della conoscenza della realtà.

Da qui discendono alcuni criteri didattici che riteniamo fondamentali per evitare pericolose forme di riduzione delle dimensioni strutturali del sapere fisico, la dimensione conoscitiva, quella sperimentale e quella storica, *inscindibili* (anche se possono essere utilmente *distinte*) per evitare che, assolutizzando l'una o l'altra, la dimensione conoscitiva si riduca a forme astratte di natura cognitivistica, la dimensione sperimentale a forme di tecnicismo didattico, la dimensione storica a forme di aneddotica.

La dimensione conoscitiva

Una spiccata attenzione alla ricostruzione dello sviluppo logico dei concetti e delle teorie analizzate ne favorisce, sia nel docente sia nello studente, una sempre più

approfondita comprensione delle ragioni, per evitare il rischio di una acquisizione, lineare e frammentaria, di contenuti fortemente formalizzati; l'uso della matematica nella trasposizione didattica non può e non deve perdere la sua valenza fondamentale di *linguaggio* della Fisica.

Si tratta inoltre di fare emergere le potenzialità e i limiti delle leggi e delle teorie in relazione ai fenomeni che si studiano, riconoscendone e discutendone le condizioni di validità.

La dimensione storica

Una spiccata attenzione alla dimensione storica dello sviluppo delle teorie si declina nell'analisi di quei «nodi» problematici che consentono di mettere a confronto i dati sperimentali con le ipotesi e i modelli che li interpretano; nella presentazione di documenti originali che permettano un contatto diretto con il pensiero dei fisici che più hanno contribuito allo sviluppo della scienza (tra cui anche testi originali in lingua inglese); infine nella descrizione e, quando possibile, nella realizzazione in laboratorio di esperimenti storici: quali per esempio l'esperimento di Joule, l'esperimento di Oersted, gli esperimenti di Faraday l'esperimento di Thomson per la determinazione del rapporto e/m , l'esperimento di Rutherford, l'effetto fotoelettrico.

La dimensione sperimentale

Una spiccata attenzione alla dimensione sperimentale non coincide necessariamente e soltanto con l'attività nel laboratorio didattico, sicuramente utile, quando sia disponibile un'adeguata dotazione strumentale.

La dimensione sperimentale rappresenta un atteggiamento metodologico, secondo cui ricorrendo anche a esperimenti solo descritti (in particolare quelli storici) si mette in luce il delicato rapporto fra i dati sperimentali (e le condizioni in cui sono stati ottenuti) e l'apparato teorico, che potrebbe essere confermato o smentito, aprendo così uno spazio di ricerca di una nuova impostazione teorica.

Questa dimensione implica anche una riflessione critica sul procedimento della scienza spesso banalizzato nella sequenza osservazione- induzione – deduzione – verifica. Il dato reale è complesso e difficilmente esauribile con un solo approccio. Il primo passo è quindi non l'osservazione pura e semplice, ma la formulazione di domande ben precisate.

Il secondo passo è quello della formulazione di un'ipotesi e della progettazione di un esperimento. Non si tratta quindi di un'osservazione grezza: l'apparato sperimentale ha già implicita una teorizzazione.

Secondo biennio

Volendo ora entrare nel dettaglio di un percorso triennale facciamo ancora riferimento alle Indicazioni Nazionali: «Nel secondo biennio il percorso didattico darà maggior rilievo all'impianto teorico (le leggi della Fisica) e alla sintesi formale (strumenti e modelli matematici) con l'obiettivo di risolvere problemi più impegnativi, tratti anche dall'esperienza quotidiana, sottolineando la natura quantitativa e predittiva delle leggi fisiche. Inoltre l'attività sperimentale consentirà allo studente di discutere e costruire concetti, progettare e condurre osservazioni e misure, confrontare esperimenti e teorie». ⁵

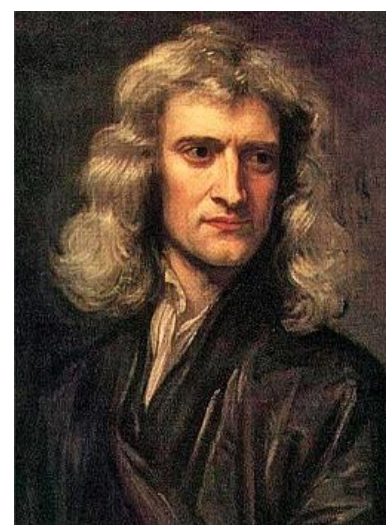
Terzo anno

Meccanica

Si richiamano inizialmente le tre leggi della meccanica newtoniana, ricordando che esse si riferiscono al primo nodo concettuale che si incontra in Fisica, quello del moto: la transizione dalla Fisica aristotelica alla Meccanica newtoniana.

A esso è strettamente collegata la «rivoluzione copernicana», con l'introduzione della forza gravitazionale, che costituisce l'argomento conclusivo di questa parte della meccanica.

Prima però sarà necessario completare l'aspetto cinematico e dinamico della meccanica del punto materiale con l'analisi del moto in due dimensioni e con l'introduzione del concetto di quantità di moto.



Isaac Newton (1642-1727)

Nella seguente tabella sono sintetizzati contenuti ed esperimenti relativi a questo argomento. Si noti che negli esperimenti viene riproposta la verifica della seconda legge della dinamica, che dovrebbe essere già introdotta in seconda. Ma, a nostro parere, è solo al terzo anno che è possibile ripetere con più consapevolezza questo esperimento, sia per un'analisi più approfondita delle condizioni sperimentali, sia per una più accurata analisi degli errori.

Meccanica

Contenuti

- * Riesame delle leggi di cinematica e dinamica trattate nel primo biennio.
- * Principio di composizione dei movimenti di relatività galileiana, moto parabolico.
- * Impulso, quantità di moto, principio di conservazione della quantità di moto.
- * Dinamica del moto circolare.
- * Momento di forze e dinamica del moto circolare di un corpo rigido; considerazioni energetiche.
- * Il moto dei corpi celesti. Modelli geocentrici ed eliocentrici. Leggi di Keplero; legge di gravitazione universale di Newton; energia gravitazionale, velocità di fuga.

Attività sperimentale

- * Il moto di un carrello su un piano inclinato (punto di vista dinamico ed energetico).
- * Verifica della seconda legge della dinamica con il moto di un carrello.
- * Esame di un moto parabolico dal punto di vista dinamico ed energetico.

Termodinamica

Il secondo nodo concettuale, che costituisce il primo passaggio dal macroscopico al microscopico, è il calore come forma di energia e quindi la Termodinamica, che costituisce il «trionfo del meccanicismo».

Anche in questo caso sarà opportuno un breve ripasso dei concetti di temperatura e calore, che potrebbero essere già noti dal biennio, passando successivamente all'introduzione dei principi della Termodinamica.

Dal punto di vista delle attività sperimentali segnaliamo che la misura del calore specifico può essere interessante per l'esame delle approssimazioni inevitabili implicite in un esperimento, per esempio quella di trascurare le pareti del calorimetro nella distribuzione del calore, che porta a un errore che può essere corretto dalla misura dell'equivalente in acqua.

Termodinamica

Contenuti

- * Leggi dei gas ideali e loro interpretazione dinamica (teoria cinetica e formula di Clausius).
- * Primo principio della Termodinamica; calore scambiato, lavoro scambiato, variazione dell'energia interna per le principali trasformazioni di un gas ideale.
- * Concetto di gas ideale.
- * Secondo principio della Termodinamica; rendimento di una macchina termica; concetto di entropia e sua interpretazione probabilistica.

Attività sperimentali

- * Determinazione del calore specifico di un solido con calorimetro delle mescolanze.
- * Esame sperimentale di una trasformazione dell'aria (isocora – isobara – isoterma).
- * Esperimento per la determinazione dell'equivalente termico del lavoro.

Quarto anno

Onde e luce

Il tema delle onde meccaniche, pur rientrando nell'ambito delle applicazioni della Meccanica, introduce un linguaggio e anche una concettualizzazione di tipo nuovo (lunghezza d'onda, frequenza, principio di sovrapposizione, interferenza). Quando

poi si passa ai fenomeni luminosi, il linguaggio ondulatorio precedente si applica, ma svincolato dalla sua origine meccanica.

Ecco un terzo nodo concettuale: è ancora possibile descrivere i fenomeni luminosi in termini meccanici? Per rispondere positivamente a questa domanda deve essere ipotizzato un mezzo di propagazione, l'etere. Ma proprio questa ipotesi, come si vedrà nel quinto anno con la relatività ristretta, provoca il tramonto del meccanicismo inteso come unica chiave interpretativa dei fenomeni fisici.

Onde e luce

Contenuti

- * Cinematica e dinamica del moto armonico.
- * Concetto di onda meccanica e suoi parametri descrittivi.
- * Sovrapposizione delle onde meccaniche; interferenza di onde superficiali.
- * Descrizione ondulatoria della luce; indice di rifrazione e velocità della luce.
- * Diffrazione, interferenza e polarizzazione della luce.
- * Il problema dell'etere.

Attività sperimentale

- * Analisi sperimentale di un sistema massa – molla.
- * Esame sperimentale di fenomeni ondulatori mediante ondoscopio.
- * Fenomeni di interferenza e diffrazione: studio delle frange di interferenza prodotta da due fenditure e da un reticolo e delle frange di diffrazione da una fenditura.

Eletrromagnetismo (prima parte)

Si mette in evidenza il passaggio dalla forza elettrostatica a quello di campo elettrico per descrivere le interazioni fra le cariche elettriche. Compare un nuovo nodo concettuale, il campo elettrico: è solo una rappresentazione matematica o un nuovo ente fisico non riducibile alle leggi della meccanica? Il nodo verrà risolto a favore della seconda alternativa il quinto anno con l'introduzione dell'energia di campo trasportata dalle onde elettromagnetiche.

Si introduce il concetto di corrente elettrica e di campo elettromotore, per chiudere con i semiconduttori. Conviene, a nostro parere non accentuare il lato tecnico nella trattazione della corrente pur introducendo il concetto di correnti in serie e in parallelo.

Eletrromagnetismo (prima parte)

Contenuti

- * Forze elettrostatiche e loro interpretazione mediante il concetto di campo elettrico.
- * Moto di cariche nel campo elettrico.
- * Energia potenziale elettrica, potenziale elettrico, capacità elettrica.
- * La corrente elettrica, sua genesi e sua interpretazione in termini di grandezze microscopiche.
- * Leggi fondamentali relative a un circuito percorso da corrente continua.
- * Semiconduttori intrinseci e drogati; struttura fisica del diodo a giunzione e del transistor.

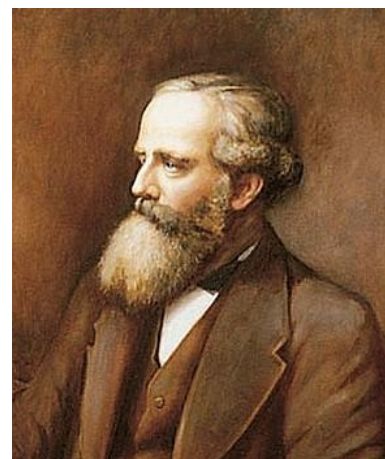
Attività sperimentale

- * Verifica della legge di Coulomb mediante bilancia di torsione.
- * Verifica della legge di Ohm.
- * Determinazione della corrispondenza joule-calorie.

Quinto anno

Eletrromagnetismo (seconda parte)

L'elettrromagnetismo, che porta all'induzione elettromagnetica e alla previsione



James Clerk Maxwell (1831-1879)

maxwelliana delle onde elettromagnetiche, conduce, tramite il concetto di energia di campo, a considerare i campi elettrici e magnetici come vere entità fisiche, non solo matematiche.

Questo è il punto di arrivo della Fisica classica, con un certo dualismo: da una parte il comportamento delle particelle descritto dalle leggi della meccanica, dall'altra i fenomeni elettromagnetici e la radiazione elettromagnetica descritti in termini di campo.

Ma rimangono problemi sia legati all'interazione radiazione-materia, sia all'invarianza delle leggi fisiche, nel passaggio da un sistema inerziale all'altro: i dati sperimentali sembrano non essere interpretabili con le leggi note.

Sono questi i motivi che spingono alla formulazione di nuove ipotesi e teorie che vengono esaminate nell'ultima parte del corso, quella dedicata ai percorsi di Fisica del XX secolo.

Elettromagnetismo (seconda parte)

Contenuti

- * Interazione correnti magneti: l'esperienza di Oersted.
- * Interazione fra correnti elettriche e loro interpretazione mediante il concetto di campo magnetico.
- * Dalla relazione $\mathbf{F} = q \mathbf{v} \times \mathbf{B}$ alla forza di Lorentz; il moto di cariche nel campo magnetico.
- * Forza elettromotrice indotta e corrente indotta alla luce della forza di Lorentz e della regola della variazione del flusso del campo magnetico (legge di Faraday-Lenz).
- * La sintesi maxwelliana dell'elettromagnetismo e le onde elettromagnetiche.

Attività sperimentale

- * Uso della bilancia elettrodinamica.
- * Determinazione del rapporto e/m per i raggi catodici.
- * Esperimenti finalizzati alla genesi di correnti indotte.

Percorsi di Fisica del XX secolo

Questi percorsi comportano una certa complessità e contengono nodi concettuali talora intricati. Per non correre il rischio di una certa superficialità, converrà operare delle scelte, in considerazione anche della tipologia della classe.

È anche possibile svolgere di alcuni percorsi solo una parte, evitando quegli aspetti che richiedono strumenti matematici che gli studenti liceali non possiedono. Ci sembra comunque che il percorso che porta al concetto di quanto (effetto fotoelettrico, atomo di Bohr) sia un naturale proseguimento dell'analisi dei fenomeni elettromagnetici che conduce a una prima comprensione della struttura atomica.

Nasce anche con de Broglie il dualismo onda corpuscolo, che apre la strada a un nuovo concetto di particella. E qui ci si potrebbe fermare, se si ritiene troppo complessa la trattazione del principio di indeterminazione di Heisenberg e delle sue conseguenze.

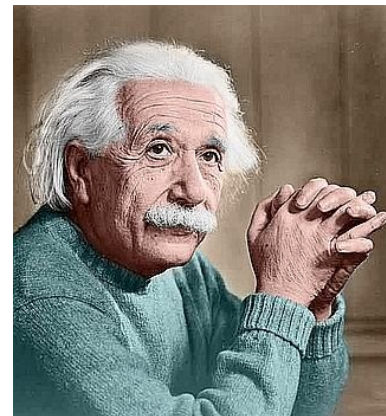
Lo svolgimento di un secondo percorso comporta una scelta che dipende da diversi fattori, in particolare la particolare situazione della classe e il rapporto di collaborazione con insegnanti di altre materie.

La Relatività ristretta è sicuramente un'affascinante avventura che porta a una nuova concezione dello spazio-tempo con conseguenze non solo dal punto di vista cinematico, ma anche dinamico (l'equivalenza massa-energia). Tuttavia richiede una buona capacità di astrazione e di abbandono del senso comune che può creare delle notevoli difficoltà agli studenti.

Anche il percorso che riguarda la Cosmologia moderna porta a una nuova visione, stavolta del cosmo, con però una minore difficoltà concettuale.

Il percorso di Fisica nucleare è complesso e può essere sviluppato in diversi modi. Una prima modalità, eminentemente teorica, affronta il problema della classificazione delle particelle elementari, fino al modello standard; questo percorso risulta prevalentemente descrittivo, per l'impossibilità di affrontarlo dal punto di vista matematico.

Una seconda consiste nell'esaminare in particolare la struttura nucleare (partendo dalla Radioattività) e le forze in gioco nel nucleo; la logica conclusione del percorso è l'analisi dei fenomeni di fissione e fusione.



Albert Einstein (1879-1955)

È possibile pensare ad approfondimenti di tipo interdisciplinare come per esempio gli effetti biologici delle radiazioni, la responsabilità dello scienziato o il problema dell'utilizzo del nucleare come fonte energetica.

Relatività ristretta

Contenuti

- * Il problema dell'etere.
- * I postulati della Relatività ristretta.
- * Contrazione delle lunghezze e dilatazione dei tempi; relatività della simultaneità.
- * Le trasformazioni di Lorentz.
- * L'invariante spazio-temporale.
- * La relazione fra massa ed energia.

Fisica quantistica

Contenuti

- * L'effetto fotoelettrico e l'interpretazione einsteiniana: i quanti di radiazione.
- * Interpretazione quantistica della stabilità atomica (modello di Bohr e livelli energetici); spettri atomici.
- * Onde di radiazione e onde di materia: l'ipotesi di de Broglie.
- * Il principio di indeterminazione di Heisenberg.

Radioattività e Fisica nucleare

Contenuti

- * Caratteristiche generali del nucleo atomico.
- * Decadimenti radioattivi e leggi corrispondenti.
- * Principi generali della fissione e della fusione nucleare.
- * Le particelle elementari: il modello standard.

La Cosmologia e l'Astrofisica

Contenuti

- * Il paradosso di Olbers.
- * La legge di Hubble e l'espansione dell'Universo.
- * Il modello del Big Bang, la materia oscura, l'energia oscura.
- * L'evoluzione stellare.

Attività sperimentale

- * Esperimento di Millikan sull'effetto fotoelettrico per la determinazione della costante di Planck.
- * Osservazioni e misure sulla diffrazione degli elettroni.

Osservazioni conclusive

Content and Language Integrated Learning (Progetto CLIL)

Nel *Quadro Orario* dei nuovi Licei è presente una nota bene che riguarda l'insegnamento in una lingua straniera, durante il quinto anno, di materie definite «non linguistiche» tra le quali, nelle successive circolari ministeriali, sono indicate in modo preferenziale le Scienze sperimentali. Al riguardo oggi si è aperto un interessante dibattito sui rischi dell'abbandono precoce della lingua madre.

Pur riconoscendo la necessità che i giovani abbiano una conoscenza efficace delle lingue straniere, in particolare l'inglese, non possiamo non condividere l'opinione di molti linguisti che, mettendo a fuoco la differenza tra «insegnare l'inglese» e «insegnare in inglese», sottolineano il rischio grave che questa scelta, nella fase conclusiva del liceo, comporti una riduzione della competenza logico-argomentativa.

Si deve anche tenere in conto che viene indicata, in un modo che appare pericolosamente prescrittivo, una particolare metodologia di insegnamento, la metodologia CLIL, caratteristica della scuola anglosassone; essa riconduce giustamente a una

tradizione didattica diversa da quella italiana: quella inglese per esempio presenta un approccio esclusivamente di tipo induttivo fino al livello della scuola secondaria, l'attività sperimentale è concepita come attività laboratoriale ed è vista come una successione disarticolata (e frammentaria) di esperimenti, piuttosto che un'introduzione alla dimensione sperimentale.

Una strada che a noi sembra praticabile, nel rispetto delle indubbe e comprovate valenze linguistico-concettuali delle discipline scientifiche, è quella di offrire agli studenti letture in lingua (approfondimenti tecnici e/o storici e passi di memorie originali), occasioni di conferenze, di partecipazione a convegni, di visite a centri di ricerca, sempre relative ad argomenti già affrontati nella normale attività di insegnamento e quindi posseduti dagli studenti, con l'obiettivo di favorire l'acquisizione dei lessici specifici e di una certa disinvoltura nel dialogo scientifico.

Utilizzo di strumenti multimediali

Con la riforma è nato il «libro+web», cioè al libro di testo vengono associati materiali didattici inseriti in un apposito sito web.

Nei pochi anni che hanno seguito l'entrata in vigore della riforma si è assistito a una alternanza fra la tendenza a sostituire completamente (o quasi) lo strumento cartaceo con i materiali presenti sul web e, più recentemente, a mantenere l'esistenza del testo stampato, accompagnato da strumenti integrativi sul web, adeguati alla informatizzazione delle aule scolastiche.

A noi sembra, che gli strumenti multimediali possano essere utili principalmente per costruire percorsi personalizzati da parte dell'insegnante e per promuovere un lavoro personale degli studenti di approfondimento e di recupero.

Riteniamo che ci si debba muovere con molta accortezza e senza precipitose fughe in avanti in un campo così nuovo per la scuola e così coinvolgente sia i processi di apprendimento dei giovani sia la relazione insegnante – studente che è elemento fondante ogni attività scolastica.

Maria Elisa Bergamaschini e Lorenzo Mazzoni

(già docenti di Fisica nel liceo scientifico, autori di libri di testo di Fisica)

Note

¹ Riportato in: *Quadro Europeo delle Qualifiche (QEQ)* – Trattato di Lisbona (23 aprile 2008); definizione ripresa nella *Nota Introduttiva* delle Indicazioni Nazionali – maggio 2010.

² MIUR, Schema di regolamento recante *Indicazioni nazionali riguardanti gli obiettivi specifici di apprendimento concernenti le attività e gli insegnamenti compresi nei piani degli studi previsti per i percorsi liceali di cui all'art. 10, comma 3, del D.P.R. 15 marzo 2010*. p. 344.

³ «La libertà, la competenza e la sensibilità dell'insegnante – che valuterà di volta in volta il percorso didattico più adeguato alla singola classe - svolgeranno un ruolo fondamentale nel trovare un raccordo con altri insegnamenti [...] e nel promuovere collaborazioni tra la sua istituzione scolastica e Università, enti di ricerca, musei della scienza e mondo del lavoro, soprattutto a vantaggio degli studenti degli ultimi due anni.» - *Ibidem* p. 345.

⁴ «In particolare per il liceo delle scienze applicate si sottolinea il ruolo centrale del laboratorio inteso come attività di presentazione da cattedra, sia come esperienza di scoperta e verifica delle leggi fisiche, che consente allo studente di comprendere il carattere intuitivo delle leggi e di avere una percezione concreta del nesso tra evidenze sperimentali e modelli teorici» - *Ibidem*, p. 345.

⁵ *Ibidem*, p. 345.

⁶ Si veda. in proposito: G. Gobber, *Riflessioni sul progetto CLIL, Content and Language Integrated Learning*, in: *Emmeciquadro* n. 48 - marzo 2013.

Indicazioni bibliografiche

[1] A.B. Arons, *Guida all'insegnamento della Fisica*, Zanichelli, Bologna 1992 (Prima edizione).

[2] AA.VV. a cura di Mario Gargantini, *La cultura scientifica nella scuola*, Marietti 1820, Genova-Milano 2006.

- [3] E. Agazzi, *Le rivoluzioni scientifiche e il mondo moderno*, Fondazione Achille e Giulia Boroli, Novara 2008.
- [4] N. Maraschio e D. De Martino (a cura di), *Fuori l'italiano dall'università?*, Accademia della Crusca/Laterza, Roma-Bari 2013.
- [5] P. Marazzini, M.E. Bergamaschini, L. Mazzoni, *Fisica, ipotesi teorie esperimenti*, testo per il primo biennio, il secondo biennio e il quinto anno dei Licei scientifici, Minerva Scuola, Milano 2012.
- [6] M.E. Bergamaschini, *La dimensione storica nell'insegnamento delle discipline scientifiche*, in: *Emmeciquadro n. 21* - agosto 2004.
- [7] L. Mazzoni, *Esperimenti storici nell'insegnamento della Fisica*, in: *Emmeciquadro n. 21* - agosto 2004.
- [8] G.M. Prosperi, *Modelli e teorie in Fisica*, in: *Emmeciquadro n. 10* - dicembre 2000.
- [9] G.M. Prosperi, *Fisica e conoscenza (1)* e *Fisica e conoscenza (2)*, in: *Emmeciquadro n. 39* - agosto e *n. 40* - dicembre 2010.
- [10] G. Gobber, *Riflessioni sul progetto CLIL, Content and Language Integrated Learning*, in: *Emmeciquadro n. 48* - marzo 2013.