

L'insegnamento della fisica nella scuola italiana

di Biagio Mario Dibilio

1. Premessa

I risultati dell'indagine internazionale P.I.S.A. (*Programme for International Students Assessment*) dell'O.C.S.E. (*Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico*), che ormai da diversi anni analizza e confronta l'apprendimento delle discipline scientifiche dei ragazzi quindicenni in numerose Nazioni, hanno generato in Italia una forte autocritica sulla tradizione pedagogica che tendeva a favorire nell'apprendimento delle scienze la semplice acquisizione di nozioni più o meno importanti e più o meno utili con scarsa attenzione alla loro applicazione nella vita quotidiana.

L'attività dei docenti aveva come riferimento obiettivi basati su una formulazione ormai consolidata e mirata al *sapere*, al *saper fare* e al *saper essere*. Gli allievi dovevano apprendere le conoscenze disciplinari (il sapere), le abilità necessarie in ogni disciplina (il saper fare) e dovevano apprendere a relazionarsi con gli altri, ad accettare se stessi, ad avere una visione positiva e matura della vita, ecc. (il saper essere). In questi obiettivi mancava però un elemento fondamentale, il *saper agire*, per poter affrontare i quesiti dell'indagine O.C.S.E. alla pari con gli studenti degli altri Paesi oggetto della comparazione. In più occasioni, i nostri ragazzi hanno dimostrato di possedere le conoscenze e le abilità richieste, ma di non essendo il grado di decidere (il *saper agire*) quali conoscenze e abilità utilizzare, non avendo acquisito le competenze necessarie per rispondere ai quesiti.

2. Evoluzione della metodologia didattica

Negli anni '90 rappresentò una novità, per l'insegnamento della fisica, la materia *Laboratorio di fisica/chimica* nel biennio della scuola secondaria di secondo grado, quando fu avviata una sperimentazione scolastica conosciuta come Progetto Brocca. L'integrazione tra fisica e chimica provocò polemiche e preoccupazione tra i docenti perché non esisteva una classe d'abilitazione per l'insegnamento congiunto di entrambe le discipline. Un insegnamento con fisica e chimica insieme non era nuovo per l'Italia perché la materia *Fisica ed elementi di chimica* si trovava nella riforma Casati del 1859. Però, non era certo confrontabile l'insegnamento di allora con quello che, già negli anni '90, almeno nei casi migliori, aveva alle spalle anni di ricerca didattica.

L'accoppiamento della fisica con la matematica nei Licei si ebbe, invece, con la riforma Gentile del 1923. Anche questa scelta generò non pochi problemi didattici, tanto che, per superarli, fu attivata un'apposita laurea in *Matematica e Fisica*. L'esistenza di una laurea specifica per questo insegnamento non fornì, però, i risultati sperati e i relativi corsi universitari terminarono nel 1962.

Ancora negli anni '60 la metodologia didattica era molto carente e, nella generalità dei casi, i docenti si accontentavano di un apprendimento acritico delle leggi fisiche e delle relative formule, che erano presentate secondo una successione ormai consolidata. Si cominciava dalla statica o dalla cinematica e si arrivava all'elettricità e al magnetismo concludendo con qualche fugace cenno alla fisica del '900. L'attività degli allievi in laboratorio era sconosciuta e l'unica applicazione pratica consisteva in qualche rara esperienza fatta ex-cathedra dal docente. Nei casi migliori, la rara attività pratica si svolgeva nel *gabinetto di fisica* e non nel *laboratorio*.

Il concetto di *laboratorio*, com'è inteso oggi, non esisteva ed anche i pochi gabinetti di fisica presentavano carenze nella dotazione di arredi ed attrezzature. Nel 1924, un Regio Decreto imponeva ai Licei la presenza in istituto di un gabinetto di fisica e di uno di scienze naturali. Per ogni gabinetto scientifico era prevista un'aula a gradinata nella quale il docente poteva dimostrare la validità delle leggi fisiche con esperimenti eseguiti dalla cattedra.

La gara tecnologica tra U.R.S.S. e U.S.A. negli anni '60 riguardo all'inserimento in orbita dei primi satelliti artificiali rappresentò un forte stimolo alla ricerca nel mondo occidentale sia nel campo scientifico-tecnologico

che in quello psico-pedagogico, tanto che furono investiti ingenti fondi per migliorare la didattica delle discipline scientifiche.

Il 1960 può, perciò, essere considerato un anno di demarcazione tra i metodi ormai obsoleti, centrati fortemente sui contenuti disciplinari e la specializzazione, e quelli di una didattica nascente che lavorava per obiettivi e cercava d'individuare i concetti portanti delle discipline. Si sperimentavano modelli d'intervento didattico e si consigliava di affrontare ogni argomento cominciando da una versione semplice e primitiva per passare poi a una versione più complessa e dal concreto verso l'astratto. S'insisteva sull'opportunità di progettare gli interventi didattici secondo un curriculum a spirale per tornare sugli argomenti già studiati con un livello intellettuale di difficoltà crescente.

Negli U.S.A. fu costituito un gruppo di studio, il *Physical Science Study Committee* (PSSC), incaricato di progettare un corso per la scuola secondaria superiore in grado di migliorare l'apprendimento degli studenti, assegnando molta importanza all'attività di laboratorio. La prima edizione di questo corso cominciò a essere sperimentata nel 1960. I risultati, pur positivi, misero in evidenza la scarsa preparazione in ingresso degli studenti per cui si rese necessario un corso propedeutico annuale, l'*Introductory Physical Science* (IPS), per fornire agli studenti le conoscenze di base della fisica e della chimica.

Il corso del PSSC ebbe, però, accaniti oppositori i quali ritenevano che esso non fosse coerente con gli obiettivi anche culturali della fisica. Questo movimento culturale si concretizzò in un gruppo di studio, con base operativa presso l'Università di Harvard, che portò alla nascita del *Project Physics Course* (PPC), un corso di fisica che, oltre a curare l'attività sperimentale degli allievi, prestava particolare attenzione all'interpretazione storica e sociale nell'evoluzione della scienza.

Intanto, in Europa, l'*Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico* (O.C.S.E.) avanzava l'ipotesi che una maggiore preparazione nelle materie scientifiche avrebbe avuto come conseguenza un miglioramento economico e sociale nelle Nazioni. Partendo da quest'idea, nella riunione di Parigi del 1960, l'O.C.S.E. pubblicò un documento dal titolo "*Un nuovo approccio per l'insegnamento della fisica*", raccomandando agli Stati membri di seguirne le indicazioni. Queste non rimasero senza eco in Italia, tanto che si cominciarono a organizzare corsi di formazione per i docenti in modo da poter sperimentare in *classi pilota* l'insegnamento della fisica

secondo il metodo proposto dal PSSC, il cui corso era stato tradotto in italiano dalla Casa Editrice Zanichelli.

Non era più l'insegnante che eseguiva l'esperimento dalla cattedra, ma per la prima volta erano gli studenti a lavorare in piccoli gruppi eseguendo personalmente gli esperimenti sotto la guida dell'insegnante. Il docente lasciava finalmente i panni di attore principale per diventare consulente dei propri allievi che, nei casi più semplici, partivano dall'esperimento per dedurre la legge fisica che governava un determinato fenomeno. Questo nuovo approccio all'insegnamento della fisica rendeva obsoleti i gabinetti scientifici e portava alla necessità di riorganizzarne i locali per attrezzarli come laboratori. In compenso non erano più necessarie attrezzature costose, adatte per l'insegnante, ma semplici apparecchiature generalmente poco costose, tali da permettere il lavoro degli allievi suddivisi in piccoli gruppi.

Le prime importanti iniziative d'aggiornamento per i docenti di fisica avviate dal Ministero si tennero presso il Museo della Scienza e della Tecnica di Milano. Un'altra iniziativa fu l'*Unità mobile*, avviata nel 1963 su suggerimento del prof. Giovanni Polvani, presidente della Società Italiana di Fisica. Essa fu concepita per intervenire in zone particolarmente depresse del Centro-Sud, dove era maggiore la carenza di attrezzature didattiche adeguate e di insegnanti aggiornati dal punto di vista metodologico. L'unità mobile era un pullman attrezzato che permetteva di trasportare nei posti più disagiati le attrezzature didattiche e il personale addetto all'aggiornamento.

Il Ministero, riprendendo la vecchia idea di costituire alcuni Centri per l'aggiornamento, aprì nel 1965 un laboratorio di fisica presso l'Istituto magistrale di Foligno seguito da un nuovo laboratorio presso il Liceo scientifico "Ricci Curbastro" di Lugo di Romagna e, nel 1970, da un terzo laboratorio presso il Liceo scientifico "Leonardo da Vinci" di Reggio Calabria.

Le iniziative pionieristiche finalizzate a migliorare la didattica nella scuola italiana furono accantonate quando il Ministero dovette affrontare i problemi più urgenti derivanti dai moti studenteschi del 1968. Cominciarono a essere autorizzate dal Ministero le prime sperimentazioni richieste direttamente dalle scuole. Anche i docenti più giovani, insieme agli studenti, cominciavano a sentirsi parte attiva nel processo di rinnovamento della scuola italiana. Si parlava con sempre maggiore frequenza di compresenze tra docenti durante la stessa ora di lezione, di recupero, di programmazione educativa e didattica, di verifica e di autovalutazione.

L'insegnamento della fisica ebbe un nuovo importante impulso con l'avvio del Piano Nazionale per l'Informatica (PNI) presentato a Bologna nel maggio 1985. Per introdurre le applicazioni tecnologiche dell'informatica furono proposti nuovi programmi di fisica e di matematica, sia per il biennio e sia per il triennio. Il computer era indicato come uno strumento didattico utile per chiarire i concetti e migliorare l'apprendimento degli allievi. I corsi d'aggiornamento, che interessarono oltre 24 000 docenti di matematica e fisica, ebbero inizio nella primavera del 1986 e si conclusero nella primavera del 1992.

Alla sperimentazione dei programmi di fisica del PNI si aggiunse negli anni '90 quella del Progetto Brocca. Il programma del PNI era innovativo prevalentemente riguardo alle scelte metodologiche, perché insisteva sulla necessità della programmazione didattica e sull'utilizzazione del laboratorio e la risoluzione di problemi; naturalmente, esso prevedeva anche l'uso del computer nel laboratorio.

Quello Brocca, nel primo biennio, era un programma integrato di fisica e chimica ed il nome "Laboratorio di fisica/chimica" metteva in evidenza che gli obiettivi della materia non erano tanto le conoscenze teoriche relative alla fisica e alla chimica quanto le abilità sperimentali e le strategie cognitive che diventavano poi operative attraverso i contenuti delle due discipline. Per il triennio le differenze tra i due programmi erano invece limitate perché il programma Brocca era solo un'evoluzione di quello PNI, sulla base della sperimentazione già effettuata.

Mentre i programmi di fisica degli indirizzi tradizionali erano generalmente costituiti da un elenco di argomenti disposti in maniera sequenziale, quelli PNI erano, invece, organizzati per temi e gli obiettivi erano indicati in maniera esplicita. Ogni tema era costituito da un insieme di argomenti scelti secondo un criterio di omogeneità per cui, selezionando opportunamente i contenuti e i metodi in base agli obiettivi programmati, l'insegnante era libero di costruire insieme ai suoi colleghi un percorso didattico annuale adeguato alle attrezzature ed alle esigenze dell'Istituto in cui lavorava. Lo stesso tipo d'organizzazione per obiettivi e contenuti caratterizzava i programmi di fisica del Progetto Brocca, sia nel biennio (insieme a chimica), sia nel triennio dei vari indirizzi.

Per modificare più rapidamente l'insegnamento della fisica, ormai cristallizzato da decenni di tradizione nella scelta dei contenuti e nei metodi, fu introdotta nella sperimentazione del PNI la prova scritta. Questa scelta fu, però, di tipo politico e non didattico perché c'era già la convinzione che

bastasse un solo voto per indicare complessivamente la preparazione degli allievi. Infatti, decenni di tradizione didattica senza il supporto di esercitazioni e verifiche scritte avrebbero certamente spinto gran parte dei docenti a continuare con le sole interrogazioni orali.

Si pensava che l'introduzione della prova scritta obbligatoria avrebbe contribuito certamente al cambiamento. La necessità della prova scritta fu riconosciuta anche nel Progetto Brocca dove si affermava che "si ribadisce l'importanza di disporre, nel corso dell'anno scolastico, di prove scritte anche nelle discipline cosiddette orali".

3. La situazione attuale

Nella normativa scolastica degli ultimi anni l'attenzione si è spostata dall'insegnamento all'apprendimento. Questa scelta aumenta notevolmente la responsabilità professionale dei docenti che ora devono tener conto per indicazione legislativa, e non solo pedagogica, del diritto che gli allievi hanno all'apprendimento.

Questo cambiamento normativo che sposta il sistema di riferimento dal docente all'allievo lo si nota anche nella scelta terminologica. In buona parte della normativa di questi ultimi anni si trova infatti che il termine "modulo" è stato sostituito dal nuovo termine "unità d'apprendimento" che non è da confondere con l'"unità didattica", limitata all'acquisizione di conoscenze e abilità; termine usato ormai da decenni. Il "modulo" e l'"unità d'apprendimento" hanno entrambi come finalità l'acquisizione di una competenza da parte degli allievi, cambia soltanto il punto d'osservazione. Il "modulo" è visto dalla parte di chi insegna, per esempio come progetto che sta sulla carta, come può essere quello in un libro di testo, l'"unità d'apprendimento" è invece calata nella realtà di chi apprende e continuamente adattata alle esigenze e alle difficoltà d'apprendimento. Il modulo, come progetto è noto anche prima di avviare l'attività didattica, invece, l'unità d'apprendimento è documentabile, e fatta conoscere ai genitori, alla fine del processo d'apprendimento, dopo che sono state seguite le scelte metodologiche e valutative più idonee, perché adeguate alla singola classe o al singolo studente.

Nella normativa è messa in risalto la collaborazione tra gli insegnanti in modo che gli allievi possano apprendere per quanto possibile in maniera integrata. Sono considerate essenziali la ricerca e l'adozione di un linguaggio scientifico omogeneo, l'uso di modelli uniformi e/o comparabili e l'approfondimento di temi e concetti che abbiano una valenza

unificante. L'osservazione dei fenomeni, la proposta d'ipotesi e, dove è possibile, la verifica sperimentale della loro attendibilità, permettono agli studenti di valutare la propria creatività, di apprezzare le proprie capacità operative e di sentire più vicini i temi proposti.

L'approccio laboratoriale è un elemento fondamentale nell'insegnamento integrato delle scienze. Il laboratorio non è più inteso semplicemente come un luogo fisico, ma diventa un atteggiamento mentale con cui affrontare situazioni problematiche. Si ottiene, così, una riflessione sulla scienza, sulle sue conquiste e sui suoi limiti, sulla sua evoluzione storica, sulla sua strategia di ricerca, sulle ricadute sociali delle sue acquisizioni.

Per ottenere una reale competenza scientifica, gli allievi devono poter costruire il proprio bagaglio intellettuale attraverso domande, scambio d'idee con altri studenti, esperienze laboratoriali e problemi da risolvere. Tale approccio riserva anche un ruolo fondamentale all'insegnante, che deve selezionare e adattare i contenuti e le strategie didattiche ai fabbisogni degli allievi in base al tempo disponibile. La qualità dell'atto educativo non si misura con l'ampiezza del curriculum proposto, ma con la profondità dei concetti affrontati. Inoltre, anche gli errori commessi dagli studenti durante il processo d'apprendimento forniscono preziose informazioni per la scelta di interventi didattici finalizzati anche all'attività di sostegno e di recupero. Bisogna superare la tentazione dell'enciclopedismo e cogliere i nessi che collegano le varie discipline per poter interpretare la realtà in maniera più generale.

Nella premessa alle Indicazioni Nazionali allegate al decreto legislativo 226/2005 si legge che le Unità di Apprendimento (UdA) sono costituite dalla progettazione:

- a) di uno o più obiettivi formativi, riferiti alle conoscenze e alle abilità coinvolte;
- b) delle attività educative e didattiche unitarie, dei metodi, delle soluzioni organizzative ritenute necessarie per concretizzare gli obiettivi formativi formulati;
- c) delle modalità con cui verificare sia i livelli delle conoscenze e delle abilità acquisite, sia se e quanto tali conoscenze e abilità si sono trasformate in competenze personali di ciascuno.

E' possibile organizzare per Unità di Apprendimento un corso di fisica? Le materie molto strutturate, come la fisica e la matematica, sembrano prestarsi poco a questo tipo di organizzazione. Infatti, a causa dello stretto le-

game tra i vari concetti, il corso di base obbligatorio rischia di diventare una sequenza di Unità spesso propedeutiche le une alle altre, cosa che è in contrapposizione con il significato stesso di Unità di Apprendimento.

Bisogna ricordare, però, che gli allievi hanno diritto alla certificazione delle competenze acquisite, come credito da utilizzare altrove, e che il sistema dei crediti è meglio gestibile con una strutturazione per Unità del percorso didattico. Infatti, sempre nella premessa si ricorda che la frequenza positiva di qualsiasi segmento del secondo ciclo comporta l'acquisizione di crediti certificati che possono essere fatti valere, anche ai fini della ripresa degli studi eventualmente interrotti e nei passaggi tra i diversi percorsi.

Nella normativa scolastica più recente si fa riferimento alla proposta di Raccomandazione del Parlamento europeo e del Consiglio del 7 settembre 2006. Il Quadro europeo delle Qualifiche e dei Titoli contiene le definizioni che seguono.

- Le "conoscenze": indicano il risultato dell'assimilazione d'informazioni attraverso l'apprendimento. Le conoscenze sono l'insieme di fatti, principi, teorie e pratiche, relative a un settore di studio o di lavoro; le conoscenze sono descritte come teoriche e/o pratiche.
- Le "abilità", indicano le capacità di applicare conoscenze e di usare know-how per portare a termine compiti e risolvere problemi; le abilità sono descritte come cognitive (uso del pensiero logico, intuitivo e creativo) e pratiche (che implicano l'abilità manuale e l'uso di metodi, materiali, strumenti).
- Le "competenze" indicano la comprovata capacità di usare conoscenze, abilità e capacità personali, sociali e/o metodologiche, in situazioni di lavoro o di studio e nello sviluppo professionale e/o personale; le competenze sono descritte in termine di responsabilità e autonomia.

Tanto per fare un esempio, quando una persona decide di prendere la patente frequenta la scuola guida e apprende una serie di *conoscenze* (il significato dei segnali stradali, le parti del motore, a che cosa serve il cambio, ecc.) e di *abilità* (ruotare il volante, liberare la frizione, cambiare le marce, accelerare a metà curva, ecc.). Egli diventa *consapevole* del perché compie le varie azioni ma, quando si mette al posto di guida per le prime volte e prova a partire, con l'istruttore a fianco, provoca lo spegnimento del motore perché non solleva la frizione con la necessaria gradualità. Dopo vari tentativi riesce, però, a partire regolarmente e l'esperienza acquisita con l'esercizio gli permette gradualmente d'utilizzare in maniera coordinata le conoscenze e le abilità possedute. La persona non ha più bisogno di

pensare quale marcia inserire e se deve dare o no la precedenza a un incrocio. Le sue decisioni diventano sempre più rapide e automatiche perché a livello cerebrale si sono formate gradualmente le connessioni sinaptiche che le permettono di guidare e nello stesso tempo di dialogare amabilmente con il passeggero. Quest'ultimo ha, ora, occasione di apprezzare la competenza del guidatore che agisce con lucida rapidità prendendo le giuste decisioni e utilizzando con padronanza le conoscenze e le abilità necessarie per la guida.

Peccato, però, che le automobili non siano tutte identiche. Lo stesso guidatore, posto alla guida di una nuova automobile, si trova ora in difficoltà. E' consapevole di avere sempre la capacità di guidare ma non si sente più competente in questo nuovo contesto perché vi sono le marce automatiche che lui non ha mai utilizzato e il cruscotto è ricco di pulsanti che non conosce. E' sufficiente, però, che qualcuno gli fornisca le conoscenze mancanti perché il guidatore acquisti di nuovo padronanza nella guida e diventi competente anche in questo nuovo contesto. Perciò, la competenza è legata al contesto di riferimento. L'esempio è banale, ma può essere utile per memorizzare più facilmente la terminologia che è ormai utilizzata normalmente nei documenti che riguardano la scuola.

Un'organizzazione per Unità del corso di fisica prevede l'esplicitazione dei concetti fondamentali della disciplina e di quelli collaterali a essa collegati. Tutti questi concetti possono essere visualizzati su un foglio di carta in una mappa concettuale dove i possibili collegamenti permetteranno, poi, di localizzare aggregati di concetti e di ordinarli secondo una successione (rete concettuale) ritenuta la più efficace per favorire l'apprendimento in un determinato contesto scolastico e culturale.

La struttura che ha un albero, con le sue radici, il tronco e i rami, rappresenta un modello efficace per immaginare una possibile organizzazione di un percorso formativo di fisica per Unità di Apprendimento. Il tronco rappresenta il percorso formativo uguale per tutti gli allievi, finalizzato allo sviluppo delle competenze di base e al possesso delle conoscenze e abilità ritenute indispensabili per la cultura del cittadino. Le radici rappresentano i prerequisiti, soprattutto matematici, per dare solidità al tronco. I rami rappresentano tante possibili Unità, obbligatorie o facoltative, che integrano il percorso formativo di base. In una situazione ottimale, ogni allievo avrebbe, così, la facoltà di scegliere il suo "ramo" sulla base dei propri interessi culturali e del successivo indirizzo di studi. Naturalmente, un libro di testo può essere finalizzato, in prevalenza, al percorso formativo di ba-

se. E' compito dell'insegnante arricchirlo con ulteriori Unità che rispondano alle esigenze dei suoi allievi nella scelta dei vari rami nel modello ad albero.

La struttura per Unità di Apprendimento influenza notevolmente l'organizzazione scolastica, ma se tale struttura è sequenziale essa è più facile da gestire. Se, invece, agli allievi è data la possibilità di frequentare Unità alternative, si rende necessario il superamento del concetto di classe, sia perché gli allievi potrebbero chiedere di frequentare nello stesso periodo Unità tenute da insegnanti diversi e sia perché certe Unità potrebbero essere richieste da un numero limitato di allievi in più classi.

Sappiamo già che ogni Unità deve portare gli studenti al raggiungimento di una competenza. Le competenze, abilità e conoscenze che gli allievi dovranno apprendere rappresentano il riferimento per gli obiettivi formativi formulati dagli insegnanti e devono tener conto delle esigenze sociali e culturali dell'ambiente scolastico in cui si opera. La conoscenza degli obiettivi formativi adattati alle esigenze delle singole classi mette il docente in grado di programmare le sue lezioni e di costruire strumenti di verifica adeguati per stimolare negli studenti anche l'autovalutazione. E' importante, perciò, che gli obiettivi formativi formulati dagli insegnanti siano scritti con un linguaggio adeguato all'età degli allievi in modo che essi possano sempre conoscerli prima d'ogni attività didattica.

Il processo della valutazione ha un'importanza fondamentale nell'apprendimento. Durante la fase d'apprendimento degli studenti, la cosiddetta valutazione formativa non deve essere utilizzata per assegnare i voti; invece, essa ha lo scopo di fornire informazioni sul processo d'apprendimento degli allievi, in modo da avere la garanzia che siano state già apprese le conoscenze e le abilità necessarie per proseguire nell'acquisizione delle relative competenze. In questa fase, l'insegnante ha la funzione di consulente degli allievi e il giudizio sintetico alla fine di ogni prova deve essere condiviso dagli stessi allievi per favorire la loro autovalutazione.

Quando si considera completato il processo d'apprendimento, le verifiche hanno il compito di ricavare le informazioni necessarie per valutare complessivamente se un allievo ha acquisito le competenze previste. Questa valutazione globale dei risultati raggiunti deve permettere di formulare un giudizio complessivo per poter, eventualmente, certificare le competenze possedute, come previsto dalla normativa più recente.

Nel regolamento dell'autonomia scolastica (DPR 275 dell'8 marzo 1999) si afferma nel primo articolo che l'autonomia delle istituzioni scolastiche è

garanzia di libertà d'insegnamento e di pluralismo culturale e si sostanzia nella progettazione e nella realizzazione d'interventi educativi adeguati ai diversi contesti al fine di garantire il successo formativo degli studenti.

Più avanti, nel quarto articolo, si afferma che per realizzare il diritto ad apprendere degli studenti si possono adottare tutte le iniziative utili al raggiungimento del successo formativo. Si può, perciò, regolare lo studio delle singole discipline nel modo più adeguato al ritmo d'apprendimento degli studenti adottando tutte le forme di flessibilità che si ritengono opportune.

Gli studenti non devono limitarsi a utilizzare le conoscenze e le abilità, che hanno appreso, soltanto come esercizi. Essi devono anche imparare ad applicarle con scelta autonoma per la risoluzione dei problemi assegnati a scuola, ma anche di quelli che s'incontrano nella vita quotidiana. Non devono fermarsi all'apprendimento di nozioni e di procedimenti che saranno poi dimenticati senza un loro continuo uso razionale e consapevole.

4. Le preconoscenze in fisica

Si fa qualche volta confusione tra i termini *prerequisito* e *preconoscenza* che s'incontrano nella letteratura sulla didattica.

I *prerequisiti* sono le conoscenze e abilità necessarie per affrontare lo studio di un nuovo argomento. L'insegnante che sta progettando un percorso formativo sa quali contenuti dovranno essere studiati dagli studenti ed è in grado di prevedere le loro eventuali difficoltà. Può, perciò, decidere quali conoscenze e abilità gli allievi devono già possedere per poter comprendere i nuovi concetti. Per esempio, se l'insegnante prevede di spiegare il secondo principio della dinamica, sa che è inutile farlo se gli allievi non hanno ancora chiaro il concetto di accelerazione.

E' evidente che i prerequisiti sono necessari ma non sufficienti per ottenere nuovi apprendimenti.

Per favorire l'apprendimento, oltre alla conoscenza dei prerequisiti è importante l'analisi delle *preconoscenze*. Ogni individuo che avvia un nuovo processo d'apprendimento si basa inizialmente sulla propria struttura cognitiva fatta di conoscenze, abilità e competenze già possedute e attinenti all'argomento da apprendere. Questa struttura cognitiva, che rappresenta l'insieme delle *preconoscenze*, si comporta in ogni studente come un filtro che influenza la percezione dei nuovi problemi e la ricerca delle possibili soluzioni. All'inizio dell'attività in classe l'insegnante conosce già i *prerequisiti* degli allievi, perché li ha stabiliti lui stesso in sede di progettazione

del percorso formativo. Non conosce, invece, le loro *preconoscenze* che rappresentano il reale punto di partenza del nuovo processo d'apprendimento; non basta, infatti, tenere conto solo del ritmo e dello stile d'apprendimento dei singoli allievi.

Lo strumento principe per individuare le preconoscenze degli allievi è il dibattito in classe, a partire da uno stimolo. Questo deve essere coerente con le nuove conoscenze e abilità da far acquisire e può consistere, per esempio, in una serie di domande poste dall'insegnante e programmate in precedenza. Quando se ne presenta l'occasione, si può anche partire da un episodio letto su un giornale o dalla discussione su un film di cui si parla.

Il dibattito in classe deve essere strategico rispetto al successivo intervento didattico. Esso deve essere preparato dal docente tenendo ben presente la mappa concettuale dell'argomento da trattare, in modo da avere ben chiari i concetti da far apprendere e la loro struttura. L'insegnante deve preparare le domande stimolo sui concetti che interessano, cercando di prevedere le possibili risposte e le nuove domande per continuare il dibattito. In questa fase dell'attività didattica il docente si deve preoccupare soltanto di comprendere il modo in cui sono strutturate le preconoscenze nella mente degli allievi. Egli non deve fornire spiegazioni e, soprattutto, non deve esprimere giudizi sulle affermazioni dei suoi studenti. Il suo compito è soltanto quello di stimolare e regolare gli interventi per rendere il dibattito ricco e stimolante.

Alla fine del dibattito, sulla base dei dati raccolti, l'insegnante dovrà cercare di risalire all'organizzazione delle conoscenze dei suoi allievi riguardo all'argomento discusso, che sarà oggetto delle successive lezioni. In questo modo egli sarà in grado d'individuare i concetti, le relazioni, i metodi e gli strumenti da utilizzare per la progettazione del suo intervento formativo.

5. L'importanza metodologica della verifica formativa

La verifica formativa produce miglioramenti significativi nell'apprendimento soprattutto nel caso degli allievi più deboli, che spesso tendono a salvaguardare il proprio Io con altri mezzi. E' noto, infatti, che gli allievi con scarsa fiducia nelle proprie capacità d'apprendimento finiscono con il creare situazioni di disturbo in classe e cominciano a marinare la scuola.

Durante la verifica formativa è necessario un significativo cambiamento rispetto alla tradizionale attività in classe con una forte interazione fra il docente e gli allievi, che devono essere coinvolti attivamente nel processo d'apprendimento/insegnamento anche attraverso la possibilità dell'autovalutazione, che ha notevoli ricadute positive sulla motivazione e l'autostima.

In genere gli studenti percepiscono i momenti della verifica da parte degli insegnanti come un'esigenza di tipo normativo e non badano all'importanza che essa ha per l'apprendimento. La prima conseguenza che si ha è che, quando possono farlo, gli studenti evitano di essere interrogati e di eseguire compiti scritti nella maniera corretta. Invece, spendono tempo ed energie per la ricerca della "risposta giusta" più che per la comprensione della domanda e, inoltre, non si espongono con richieste di chiarimento per evitare una brutta figura. Gli alunni permanentemente in difficoltà si convincono di non "essere capaci" ad apprendere quanto richiesto loro e si vedono costretti a costruire in altro modo la stima verso se stessi rivolgendo altrove i propri sforzi e i propri interessi.

Gli studenti possono autovalutarsi solo quando è chiaro l'obiettivo del loro apprendimento. Quando questa condizione non si verifica, essi si abituano a seguire le attività didattiche passivamente come una sequenza di esercizi stabiliti arbitrariamente dall'insegnante. Invece, se essi hanno consapevolezza riguardo all'attività svolta in classe, il loro impegno aumenta migliorando notevolmente la qualità dell'apprendimento. Acquista così notevole importanza l'autovalutazione che fornisce elementi di dibattito con i compagni di classe e con gli insegnanti, per esempio riflettendo sui diversi modi di affrontare un problema. Tutto questo è essenziale per un buon apprendimento.

La semplice assegnazione di un voto non ha alcuna ricaduta positiva sugli studenti e quindi essi non ne traggono alcun beneficio per quanto riguarda l'apprendimento. Se poi uno studente riceve più voti cattivi, si tende a generare un pregiudizio di fallimento sia nello studente sia nell'insegnante.

In sintesi, non ha molto senso una sola prova di verifica, di tipo sommativo, al termine di un processo d'apprendimento, perché poi sarà difficile intervenire metodologicamente nel caso di un risultato non accettabile. Invece, con la valutazione formativa, i giudizi sulle esercitazioni, sia in classe che a casa, possono rappresentare per gli allievi una guida continua per migliorare l'apprendimento.

6. I modelli

Essenziale, nell'apprendimento e nell'insegnamento della fisica, è l'attività di modellizzazione che deve essere sviluppata con strumenti di rappresentazione adeguati all'argomento e al livello scolastico. Gli allievi devono abituarsi gradualmente a utilizzare modelli e a proporre di nuovi; per esempio, il modello particellare che è particolarmente utile nello studio della termologia. In ogni caso è sempre consigliabile servirsi di un modello intuitivo per l'analisi dei fenomeni prima di arrivare all'utilizzazione di un modello matematico.

La formalizzazione matematica non deve mai anticipare l'analisi di un fenomeno fisico. Inoltre, non basta giungere a una formula; è sempre opportuno che gli allievi sappiano, anche se superficialmente, come uno o più scienziati sono riusciti a proporla. Anche semplici aneddoti sono utili per favorire la memorizzazione e la motivazione. Dove è possibile, gli aspetti scientifici devono essere sempre accompagnati da quelli storici in modo da far percepire l'aspetto evolutivo della scienza e il suo stretto legame con le esigenze sociali ed economiche.

7. Le prove scritte e le attività laboratoriali

Gli esercizi, con applicazioni di formule e di rappresentazioni grafiche, sono sempre utili per favorire l'acquisizione consapevole di conoscenze e abilità; gli studenti devono esercitarsi fino a raggiungere un buon livello di sicurezza. I soli esercizi sono però inefficaci per quanto riguarda l'acquisizione di competenze. Per queste è necessario ricorrere alla risoluzione di problemi, non solo scolastici ma anche pratici. In questo caso il lavoro intellettuale è di livello più elevato e non è sufficiente il solo possesso di conoscenze e abilità, ma è necessaria una strategia d'azione e la decisione più efficace per la selezione delle conoscenze e abilità da utilizzare.

Con lo studio teorico e gli esercizi, gli studenti si allenano per acquisire *conoscenze concettuali*, necessarie per affrontare lo studio e l'analisi dei fenomeni e *abilità*, necessarie per utilizzare strumenti di misura, presentare o analizzare dati in tabelle, manipolare gli oggetti e organizzare attività laboratoriali e, infine, per utilizzare gli strumenti matematici per l'esecuzione dei calcoli e le rappresentazioni grafiche.

A differenza degli esercizi, che servono per allenamento come si fa nell'attività sportiva, nella risoluzione dei problemi le sole conoscenze e abili-

tà non sono più sufficienti perché bisogna anche *decidere* quali conoscenze e abilità possano essere utili per la risoluzione e *valutare* se sono a disposizione tutti i dati necessari oppure se alcuni dati disponibili sono inutili e, quindi, da trascurare. Bisogna saper trovare i dati mancanti all'interno del libro di testo o utilizzando altre fonti, per esempio internet. Se qualche dato non è stato trovato, può essere proposto dallo stesso studente con un valore ritenuto accettabile sulla base della propria esperienza.

Oltre alla risoluzione di esercizi e problemi svolge un ruolo fondamentale per l'apprendimento della fisica l'attività laboratoriale. Per incidere sulla formazione culturale degli studenti con apprendimenti duraturi, è necessario abituarli all'osservazione e alla descrizione dettagliata dei fenomeni fisici, aiutarli a proporre semplici modelli per seguirne l'evoluzione e a progettare semplici esperimenti fino ad arrivare alla formulazione matematica. Un grande aiuto può anche venire dalla tecnologia informatica con rappresentazioni grafiche e simulazioni di fenomeni fisici.

8. In conclusione

Nel profilo educativo, culturale e professionale dello studente liceale si chiarisce che “i percorsi liceali forniscono allo studente gli strumenti culturali e metodologici per una comprensione approfondita della realtà, affinché egli si ponga, con atteggiamento razionale, creativo, progettuale e critico, di fronte alle situazioni, ai fenomeni e ai problemi, ed acquisisca conoscenze, abilità e competenze sia adeguate al proseguimento degli studi di ordine superiore, all'inserimento nella vita sociale e nel mondo del lavoro, sia coerenti con le capacità e le scelte personali”. Per raggiungere questi risultati occorre il concorso e la piena valorizzazione di tutti gli aspetti del lavoro scolastico:

- lo studio delle discipline in una prospettiva sistematica, storica e critica;
- la pratica dei metodi di indagine propri dei diversi ambiti disciplinari;
- l'esercizio di lettura, analisi, traduzione di testi letterari, filosofici, storici, scientifici, saggistici e di interpretazione di opere d'arte;
- l'uso costante del laboratorio per l'insegnamento delle discipline scientifiche;
- la pratica dell'argomentazione e del confronto;
- la cura di una modalità espositiva scritta ed orale corretta, pertinente, efficace e personale;
- l'uso degli strumenti multimediali a supporto dello studio e della ricerca.

Si tratta di un elenco orientativo, volto a fissare alcuni punti fondamentali

e imprescindibili che solo la pratica didattica è in grado di integrare e sviluppare.

Nel primo biennio, l'attività didattica sarà condotta dall'insegnante secondo modalità e con un ordine coerenti con gli strumenti concettuali e con le conoscenze matematiche già in possesso degli studenti o contestualmente acquisite nel corso parallelo di matematica. Lo studente potrà così fare esperienza, in forma elementare ma rigorosa, del metodo di indagine specifico della fisica, nei suoi aspetti sperimentali, teorici e linguistici.

Gli esperimenti di laboratorio consentiranno di definire con chiarezza il campo di indagine della disciplina permettendo allo studente di esplorare fenomeni, sviluppando abilità relative alla misura, e di descriverli con un linguaggio adeguato (incertezze, cifre significative, grafici). L'attività sperimentale accompagnerà lo studente lungo tutto l'arco del primo biennio, portandolo a una conoscenza sempre più consapevole della disciplina anche mediante la scrittura di relazioni che rielaborino in maniera critica ogni esperimento eseguito.

Lo studio della fisica deve favorire negli studenti la formazione delle competenze necessarie per interpretare i più comuni fenomeni fisici, elaborare semplici modelli e provare a formulare le relative leggi. Per ottenere ciò è necessario l'esercizio continuo della loro capacità d'osservazione, l'acquisizione graduale di specifiche conoscenze e abilità. In particolare essi dovranno affinare le capacità di osservare e descrivere fenomeni fisici riuscendo a individuare in ogni fenomeno le grandezze fisiche che lo caratterizzano, a effettuare misure e individuare relazioni, a interpretare matematicamente tali relazioni rappresentandole anche graficamente.

Perché l'apprendimento della fisica sia significativo e diventi un'acquisizione culturale stabile per tutta la vita, è necessario che ogni fenomeno sia presentato e analizzato seguendo le quattro fasi fondamentali che caratterizzano il metodo sperimentale:

- a) l'osservazione attenta di un fenomeno fisico e la descrizione dettagliata di quanto è stato osservato;
- b) la proposta di un modello in grado di descrivere il fenomeno, utilizzando le analogie con altri fenomeni già analizzati e conosciuti;
- c) la progettazione di un esperimento che possa riprodurre, almeno nelle linee essenziali, il fenomeno osservato o, quando ciò non è possibile, l'analisi di una simulazione che, nei casi migliori, permetta l'acquisizione di dati numerici da elaborare;
- d) la valutazione dei risultati per l'eventuale accettazione del modello analo-

gico e, in caso positivo, la formulazione del corrispondente modello matematico, che rappresenterà la legge descrittiva del fenomeno fisico.

Per innescare un efficace processo d'apprendimento è fondamentale il costante raccordo con il vissuto dell'allievo e la realtà di tutti i giorni. In particolare, il linguaggio deve essere inizialmente quello quotidiano, perché facilmente comprensibile; esso sarà arricchito gradualmente di termini scientifici, che acquisteranno, anch'essi gradualmente, un significato più preciso.

Nel secondo biennio e nel quinto anno, 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 formulare e 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.

L'insegnante dovrà prestare attenzione a utilizzare un formalismo matematico accessibile agli studenti, ponendo sempre in evidenza i concetti fondanti. In particolare per il liceo delle scienze applicate si sottolinea il ruolo centrale del laboratorio, inteso sia come attività di presentazione da cattedra, sia come esperienza di scoperta e verifica delle leggi fisiche, che consente allo studente di comprendere il carattere induttivo delle leggi e di avere una percezione concreta del nesso tra evidenze sperimentali e modelli teorici.

La dimensione sperimentale potrà essere ulteriormente approfondita con attività da svolgersi non solo nel laboratorio didattico della scuola, ma anche presso laboratori di Università ed enti di ricerca, aderendo anche a progetti di orientamento. In quest'ambito, lo studente potrà approfondire tematiche di suo interesse, accostandosi alle scoperte più recenti della fisica (per esempio nel campo dell'astrofisica e della cosmologia, o nel campo della fisica delle particelle) o approfondendo i rapporti tra scienza e tecnologia (per esempio la tematica dell'energia nucleare, per acquisire i termini scientifici utili ad accostare criticamente il dibattito attuale, o dei semiconduttori, per comprendere le tecnologie più attuali anche in relazione a ricadute sul problema delle risorse energetiche, o delle micro e nanotecnologie per lo sviluppo di nuovi materiali).

La libertà, la competenza e la sensibilità dell'insegnante – che valuterà di volta in volta il percorso didattico più adeguato alla singola classe – svol-

geranno un ruolo fondamentale nel trovare un raccordo con altri insegnamenti (in particolare con quelli di matematica, scienze, storia e filosofia) 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.

Nella normativa ministeriale è riportato un elenco, indicativo e certamente non esaustivo, di conoscenze e abilità il cui apprendimento è ritenuto essenziale per l'acquisizione graduale delle competenze in fisica. Queste conoscenze e abilità possono essere integrate o semplicemente modificate per adattare le competenze ad eventuali particolari esigenze del territorio, per esempio collegate al mondo del lavoro.