

## Scienze naturali

### Liceo Scientifico

	1° biennio		2° biennio		5° anno
	1 <sup>^</sup>	2 <sup>^</sup>	3 <sup>^</sup>	4 <sup>^</sup>	5 <sup>^</sup>
Scienze naturali	60	60	89	89	89

### Premessa generale

A seguito del riordino del secondo ciclo di istruzione, l'asse culturale scientifico tecnologico ha assunto una nuova configurazione, più rispondente al ruolo della scienza nella società e più coerente con le indicazioni europee. Per la prima volta le scienze naturali sono previste fin dal primo biennio di tutti i percorsi liceali e rappresentano un'opportunità fondamentale per lo sviluppo della cittadinanza scientifica nell'ambito dell'obbligo di istruzione.

La competenza scientifica, nel quadro delle competenze chiave per l'apprendimento permanente delineato a livello europeo, è così definita:

*“La competenza in campo scientifico si riferisce alla capacità e alla disponibilità a usare l'insieme delle conoscenze e delle metodologie possedute per spiegare il mondo che ci circonda sapendo identificare le problematiche e traendo le conclusioni che siano basate su fatti comprovati”.*

Si tratta di una competenza complessa al cui sviluppo risultano fondamentali, oltre a quelli specifici della biologia, della chimica e delle scienze della Terra, i contributi della fisica e della matematica, senza trascurare l'apporto delle discipline linguistiche e storico-filosofiche.

Nel primo ciclo dell'istruzione la competenza scientifica e tecnologica è inclusa nell'area di apprendimento “della matematica, della scienza e della tecnologia” e, per quanto possibile, è bene che si favoriscano anche nel secondo ciclo i collegamenti tra questi insegnamenti. In tal modo si favorisce nello studente la maturazione della consapevolezza critica dei rapporti tra lo sviluppo delle conoscenze all'interno delle aree disciplinari oggetto di studio e il contesto storico, filosofico e tecnologico, nonché dei nessi reciproci e con l'ambito scientifico più in generale.

In una prospettiva di curriculum verticale si richiama l'attenzione su alcune dimensioni dell'insegnamento delle discipline scientifiche contenute nelle Linee Guida per il primo ciclo, la cui validità si estende anche al secondo ciclo, in particolare al primo biennio.

Obiettivo generale è quello di guidare lo studente nella lettura del mondo naturale e di quello delle attività umane attraverso le procedure e i metodi tipici delle scienze della natura. L'incontro con le problematiche, le esperienze, i metodi, i linguaggi delle singole discipline porterà lo studente alla conquista degli strumenti

## Scienze naturali

culturali e metodologici necessari per analizzare, collegare, interpretare, comprendere il mondo e trasformarlo; su un piano più generale lo aiuterà a sviluppare e a esercitare la capacità critica, la consapevolezza che occorre motivare le proprie affermazioni, l'attitudine a confrontare, comprendere e rispettare argomentazioni e punti di vista diversi dai propri, superando i vincoli derivanti da stereotipi e pregiudizi. In tale contesto particolarmente significativo è il contributo allo sviluppo di una "cittadinanza scientifica" all'interno del più vasto compito della scuola di educare alla cittadinanza attiva. A tal fine è fondamentale assicurare allo studente un patrimonio concettuale e linguistico idoneo a metterlo in condizione di comprendere diverse tipologie di messaggi, selezionarli e formarsi un proprio giudizio per operare consapevolmente le sue scelte nei molteplici contesti, individuali e collettivi, della vita reale.

Al termine del percorso liceale lo studente possiede conoscenze disciplinari e metodologie tipiche delle scienze della natura, in particolare delle scienze della Terra, della chimica e della biologia. Pur essendo caratterizzate da concetti e metodi di indagine propri, queste discipline si basano tutte sulla strategia dell'indagine scientifica che fa riferimento alla dimensione di "osservazione e sperimentazione". L'acquisizione di questa strategia, secondo le particolari declinazioni di metodo che essa ha nei vari ambiti, unitamente al possesso dei contenuti disciplinari fondamentali, costituisce l'aspetto formativo e orientativo dell'apprendimento/insegnamento delle scienze e il contributo specifico che esso può dare all'acquisizione di "*strumenti culturali e metodologici per una comprensione approfondita della realtà*".

In relazione allo sviluppo del curriculum nel quinquennio, il percorso di apprendimento delle scienze non segue una logica lineare ma si orienta a criteri di ricorsività, gradualità, connessione tra i temi e gli argomenti trattati. In particolare, nel primo biennio bisogna tener conto della particolare natura di questo segmento formativo, che si caratterizza per la sua natura prevalentemente formativa e orientativa e che è chiamato ad assicurare a tutti gli studenti saperi fondamentali e metodi di base dell'indagine scientifica abilitandolo alla scoperta consapevole della realtà. Pertanto, accanto a temi e argomenti nuovi si possono approfondire concetti già acquisiti negli anni precedenti, privilegiando un approccio fenomenologico e operativo e introducendo nuove chiavi interpretative. Progressivamente, nel secondo biennio le singole discipline assumeranno una connotazione più formalizzata avviando la strutturazione di quadri concettuali attraverso un approccio che ponga maggiore attenzione alle leggi, ai modelli, alle relazioni tra i vari fattori di uno stesso fenomeno e tra fenomeni diversi. Nell'ultimo anno si porta a compimento la strutturazione delle conoscenze in quadri logici anche attraverso approfondimenti di carattere disciplinare e multidisciplinare, con valore orientativo. In tale prospettiva assume un significato fondamentale l'integrazione con gli altri insegnamenti e il collegamento con università, enti di ricerca, musei scientifici e imprese.

L'integrazione va perseguita innanzitutto tra le discipline che concorrono a definire l'asse scientifico (in particolare tra biologia, chimica e scienze della Terra), privilegiando quei temi che organizzano cognitivamente i quadri concettuali disciplinari, quali ad esempio, i concetti di unitarietà dei sistemi, di trasformazione, interazione, ecc...

Sul piano metodologico l'accento va sul valore formativo dell'esperienza e dell'attività laboratoriale, dimensione costitutiva e irrinunciabile di queste discipline, sia in relazione all'obiettivo di mantenere alta la motivazione ad apprendere sia in relazione allo sviluppo di specifiche abilità e attitudini connesse all'attività sperimentale.

L'asse scientifico, oltre a favorire l'acquisizione di conoscenze, capacità e competenze specifiche del settore, concorre, insieme a tutte le altre discipline, a raggiungere i risultati di apprendimento complessivi previsti dal PECUP dei licei. In particolare, esso aiuta gli studenti a:

- acquisire gusto e sensibilità per la scoperta della realtà naturale nelle sue dimensioni scientifiche tese alla comprensione dei fenomeni ed alla previsione degli eventi futuri;
- acquisire consapevolezza della diversità dei metodi utilizzati nei vari ambiti disciplinari e ad essere in grado di valutare i criteri di affidabilità dei risultati in essi raggiunti;
- saper sostenere una propria tesi e saper ascoltare e valutare criticamente le argomentazioni altrui;
- acquisire l'abitudine a ragionare con rigore logico, a identificare problemi e a individuare possibili soluzioni;
- acquisire un metodo di studio autonomo e flessibile, che consenta di condurre ricerche e approfondimenti personali, proseguire gli studi e continuare ad apprendere lungo l'intero arco della propria vita;
- collocare il pensiero scientifico, la storia delle sue scoperte e lo sviluppo delle invenzioni tecnologiche nell'ambito più vasto della storia delle idee.

## Il quadro delle competenze

Il quadro delle competenze proposto è comune a tutti i percorsi liceali e tiene conto della specificità del primo biennio in cui si assolve l'obbligo di istruzione, di cui vengono assunte le competenze previste dal DM 139/ 2007.

L'approccio nell'insegnamento delle scienze nel primo biennio deve mirare a porre gli studenti di fronte alla attrattività e nel contempo alla complessità dei fenomeni naturali e metterli in condizione, in particolare, di riconoscere la regolarità che caratterizzano un determinato ambito o una determinata classe di fenomeni. Porre gli studenti di fronte alla scelta di variabili significative è, infatti, di fondamentale importanza nella formazione scientifica a questo livello di età per lo sviluppo dei processi di analisi e sintesi, che pur fermandosi a un livello fenomenologico, permettono lo sviluppo del pensiero procedurale. In tal modo gli studenti sono messi in condizione di iniziare a cogliere contributi e limiti della conoscenza scientifica e tecnologica fin dal termine dell'obbligo di istruzione. Ciò al fine di stimolare la curiosità ed il coinvolgimento personale nel porre quesiti, osservare, dedurre, argomentare, con particolare importanza per il lavoro di gruppo.

Nel secondo biennio e nel quinto anno, l'approccio all'insegnamento delle scienze deve favorire negli studenti il potenziamento di processi di analisi tali da

## Scienze naturali

consentire la spiegazione di fenomeni naturali, integrando i due livelli di scala, quello microscopico e quello macroscopico per produrre spiegazioni di ciò che si osserva. Inoltre, in coerenza con i diritti e le responsabilità che accompagnano il diventare adulti, l'insegnamento scientifico, al termine dei percorsi liceali deve garantire competenze adeguate all'esercizio attivo della cittadinanza scientifica.

Pur proponendo un quadro unitario di competenze, esse vanno perseguite in relazione alla specificità dei singoli percorsi liceali tenendo conto di vincoli e risorse a disposizione; in particolare nella strutturazione del curriculum la profondità e la vastità delle competenze che potranno essere acquisite dagli studenti dovrà necessariamente tener conto del tempo disponibile che caratterizza ciascun liceo.

## Scienze naturali. Primo biennio

### COMPETENZE

- **Osservare, descrivere ed analizzare nelle parti principali fenomeni appartenenti al mondo naturale e riconoscere nelle sue varie forme i concetti di sistema e di complessità.**
- **Analizzare qualitativamente e quantitativamente fenomeni legati alle trasformazioni di energia a partire dall'esperienza.**
- **Utilizzare le conoscenze scientifiche acquisite per porsi in modo critico e consapevole di fronte ai temi di attualità di carattere scientifico e tecnologico della società contemporanea.**
- **Essere consapevoli della natura, degli sviluppi, dei contributi e dei limiti della conoscenza scientifica e tecnologica.**

Abilità	Conoscenze
<p><b>Scienze della Terra</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Condurre osservazioni e raccogliere dati sulla geomorfologia del territorio.</li> <li>- Condurre osservazioni sperimentali sullo studio dell'ambiente per valutare la qualità dell'aria, dell'acqua e del suolo.</li> </ul> <p><b>Biologia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Descrivere forme di adattamento all'ambiente degli organismi nella comunità oggetto di studio.</li> <li>- Usare chiavi dicotomiche per classificare organismi del proprio territorio.</li> <li>- Osservare e raccogliere dati sulla diversità intraspecifica e interspecifica di popolazioni e comunità del proprio territorio.</li> <li>- Osservare organismi familiari e ipotizzare relazioni di parentela tra i viventi.</li> <li>- Analizzare dati relativi ai metodi di ricerca più attuali di relazioni di discendenza comune e stabilire ordini di parentele tra gruppi di organismi familiari.</li> <li>- Descrivere il percorso filogenetico dei vertebrati fino alla specie umana.</li> </ul> <p><b>Chimica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Effettuare esperienze sulle trasformazioni fisiche e chimiche e individuarne le differenze.</li> <li>- Riconoscere nella vita quotidiana fenomeni di trasformazioni fisiche e chimiche.</li> <li>- Riconoscere gli aspetti distintivi di una trasformazione chimica e utilizzare le reazioni chimiche per la classificazione e la preparazione delle sostanze (es. acidi, basi e sali) e per ottenere informazioni sulla natura dei prodotti di uso comune.</li> <li>- Utilizzare le leggi della chimica classica per dare una spiegazione di semplici trasformazioni chimiche.</li> <li>- Utilizzare l'ipotesi atomico-molecolare della materia di Dalton per interpretare la natura particellare di elementi e composti e le leggi ponderali della chimica.</li> </ul>	<p><b>Scienze della Terra</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geomorfologia delle strutture che costituiscono la superficie terrestre (fiumi, laghi, ghiacciai, mari, ecc.).</li> <li>- La protezione dell'ambiente (uso sostenibile delle risorse naturali e gestione dei rifiuti).</li> <li>- Le politiche provinciali e nazionali nel campo della tutela dell'ambiente e del paesaggio.</li> </ul> <p><b>Biologia</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'evoluzione, i fatti: gli adattamenti all'ambiente, la filogenesi e le parentele tra i viventi, la biodiversità, le teorie evolutive: Lamark e Darwin.</li> <li>- Le cause dell'evoluzione: la competizione, lotta per l'esistenza e la selezione naturale nelle popolazioni.</li> <li>- Filogenesi dei vertebrati. La specie umana.</li> <li>- Le genetica mendeliana.</li> </ul> <p><b>Chimica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stati di aggregazione della materia e trasformazioni fisiche e chimiche.</li> <li>- Miscugli eterogenei ed omogenei.</li> <li>- Definizioni operative di sostanze semplici e composte.</li> <li>- Le leggi della chimica classica.</li> <li>- Il modello atomico di Dalton e il concetto di "peso atomico".</li> <li>- La natura delle sostanze, la formula chimica e i suoi significati.</li> </ul>

## Scienze naturali. Secondo biennio e quinto anno

### COMPETENZE

---

- **Osservare, descrivere, analizzare e spiegare scientificamente fenomeni appartenenti al mondo naturale.**
- **Utilizzare le conoscenze scientifiche acquisite per porsi in modo critico e consapevole di fronte ai temi di attualità di carattere scientifico e tecnologico della società contemporanea valutando fatti e giustificando le proprie scelte.**
- **Essere consapevoli della natura, degli sviluppi, dei contributi e dei limiti della conoscenza scientifica e tecnologica.**

### Secondo biennio

Abilità	Conoscenze
<p><b>Scienze della Terra</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Stabilire collegamenti, identificando i parametri, tra moti-fasce climatiche-biomi.</li><li>- Interpretare carte geografiche tematiche, geologiche o geofisiche e rilevare le informazioni contenute, esplicitando i metodi di lettura e i criteri di composizione delle carte.</li><li>- Descrivere i possibili effetti dei fenomeni sismici e vulcanici sul territorio e i comportamenti individuali più adeguati per la protezione personale.</li><li>- Individuare categorie per caratterizzare oggetti geologici (rocce, minerali, fossili) sulla base di analogie e differenze.</li><li>- Raccogliere dati e descrivere, partendo dal proprio territorio, l'azione dei principali fattori che intervengono nel modellamento della superficie terrestre.</li></ul>	<p><b>Scienze della Terra</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Il Sistema solare e la Terra.</li><li>- I minerali e loro proprietà fisiche; le rocce magmatiche, le rocce sedimentarie e le rocce metamorfiche; il ciclo delle rocce; i fossili.</li><li>- Dinamicità della litosfera; fenomeni sismici e vulcanici; i dati a sostegno delle teorie che li spiegano; struttura interna della Terra.</li></ul>
<p><b>Biologia</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Fare osservazioni al microscopio e applicare metodi per attribuire dimensioni a cellule vegetali, animali o batteriche.</li><li>- Riconoscere nella cellula l'unità funzionale di base della costruzione di ogni essere vivente.</li><li>- Descrivere i principali meccanismi metabolici distinguendo tra anabolici e catabolici cellulari.</li><li>- Riconoscere la relazione tra gameti, cromosomi e geni nella trasmissione dei caratteri ereditari.</li><li>- Utilizzare il metodo morfologico descrittivo e identificare parametri caratteristici per illustrare le strutture del corpo umano.</li><li>- Identificare le relazioni tra i sistemi e gli apparati e sulla base di queste rendere ragione del comportamento unitario dell'organismo.</li><li>- Utilizzare il concetto di omeostasi per spiegare le conseguenze della rottura dello stato di equilibrio del corpo umano.</li><li>- Descrivere il ruolo degli organismi, per l'equilibrio degli ambienti naturali e per il riequilibrio di quelli degradati dall'inquinamento.</li><li>- Individuare la biodiversità di un ambiente</li></ul>	<p><b>Biologia</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Livelli di organizzazione della materia vivente e livelli di scala delle dimensioni. Riproduzione cellulare: mitosi e meiosi, la determinazione del sesso e la trasmissione dei caratteri ereditari.</li><li>- Processi metabolici: fermentazione, respirazione cellulare e fotosintesi.</li><li>- Il corpo umano come un sistema complesso: omeostasi e stato di salute.</li><li>- Prevenzione e stili di vita (disturbi alimentari, fumo, alcool, droghe e sostanze stupefacenti, infezioni sessualmente trasmissibili).</li></ul>

descrivendo le relazioni tra fattori biotici e abiotici dell'ambiente oggetto di studio e i ruoli funzionali degli organismi in quel dato ambiente.

#### Chimica

- Spiegare la struttura elettronica a livelli di energia dell'atomo utilizzando i dati sui valori delle energie di ionizzazione degli elementi della tavola periodica.
- Descrivere le principali proprietà periodiche che confermano la struttura a strati dell'atomo.
- Usare la tavola periodica per prevedere il comportamento degli elementi nella formazione dei composti.
- Riconoscere sostanze acide e basiche tramite indicatori.
- Usare il linguaggio chimico (simboli e nomenclatura IUPAC) per rappresentare le trasformazioni chimiche e le sostanze.
- Rilevare scambi di energia nelle reazioni chimiche.
- Descrivere semplici sistemi chimici all'equilibrio.
- Riconoscere i fattori che influenzano la velocità di reazione.
- Correlare la varietà e il numero elevato delle sostanze organiche con le caratteristiche dell'atomo di carbonio.
- Riconoscere che il comportamento chimico delle sostanze organiche è determinato dalla presenza di gruppi funzionali caratteristici e descrivere le proprietà chimiche e gli usi dei composti del carbonio di grande diffusione.

#### Chimica

- La struttura dell'atomo e il modello atomico a livelli di energia.
- Il sistema periodico e le proprietà periodiche: metalli, non metalli, semimetalli.
- Introduzione ai legami chimici e i legami intermolecolari.
- Elementi di nomenclatura chimica.
- L'energia nelle reazioni chimiche.
- I fattori che governano le reazioni: equilibrio chimico e velocità di reazione.
- I concetti basilari della chimica organica (caratteristiche dell'atomo di carbonio, legami, catene, gruppi funzionali e classi di composti ecc.).

## Quinto anno

### Abilità

#### Scienze della Terra

- Raccogliere ed elaborare dati per caratterizzare le condizioni climatiche della regione di residenza e individuare le relazioni esistenti fra tali condizioni, l'idrografia, le forme del rilievo, lo sviluppo dei suoli e le coperture vegetali.
- Raccogliere dati e descrivere, partendo dal proprio territorio, l'azione dei principali fattori che intervengono nel modellamento della superficie terrestre.
- Descrivere lo stato attuale e le modificazioni del pianeta anche in riferimento allo sfruttamento delle risorse della Terra.

#### Biologia

- Riconoscere il DNA come l'unità molecolare funzionale di base che accomuna ogni essere vivente e descrivere il meccanismo di conservazione, variazione e trasmissione dei caratteri ereditari.
- Spiegare la differenza tra biotecnologie e ingegneria genetica, descrivere le principali tecniche di ingegneria genetica da cui si ottengono organismi geneticamente modificati e il loro utilizzo

### Conoscenze

#### Scienze della Terra

- L'atmosfera; il clima; le conseguenze delle modificazioni climatiche: disponibilità di acqua potabile, desertificazione, grandi migrazioni umane.
- La dinamica globale e la teoria della tettonica a placche.
- Approfondimenti sui temi legati all'ecologia: risorse, fonti energetiche, condizioni di equilibrio dei sistemi ambientali.

#### Biologia

- Le principali tappe della biologia molecolare. L'autoduplicazione del DNA e la sintesi proteica. La teoria dell'evoluzione interpretata alla luce della biologia molecolare: genotipo, fenotipo, mutazioni, variabilità genica, selezione naturale. Dna ricombinante, Biotecnologie.
- Implicazioni pratiche e conseguenti questioni etiche.

## Scienze naturali

nell'agricoltura e nell'allevamento.

- Valutare l'impatto delle innovazioni tecnologiche in ambito biologico ed ambientale.

### **Chimica**

- Correlare la struttura delle molecole organiche con le loro funzioni biologiche.
- Analizzare in alcuni casi specifici il contributo della chimica nella dinamiche delle relazioni uomo-ambiente-tecnologia.

### **Chimica**

- Approfondimento della chimica organica relativamente ai composti organici di interesse biologico.
  - Contributi della chimica alla comprensione dei cicli naturali ed al controllo delle interferenze dovute alle attività umane (ad es. la salute e l'alimentazione, il problema dei rifiuti, l'acqua, una risorsa inestimabile e limitata).
-



## Indicazioni metodologiche

Una riflessione sul curricolo di scienze non può prescindere da un dato ampiamente condiviso dalla comunità scientifica nazionale e internazionale: i risultati conseguiti nell'insegnamento delle scienze sono considerati deludenti.

Una prima criticità deriva dalla tradizionale identificazione dei saperi accademici specialistici con i saperi che devono essere trasmessi a scuola. Da molto tempo è entrata in crisi l'idea che sia possibile trasmettere in modo significativo l'enciclopedia dei saperi scientifici e viene prospettata la necessità di un approccio diverso, basato sulla convinzione che sia necessario “scegliere e concentrarsi”, “fare apprendere alcune cose bene e a fondo, non molte cose male e superficialmente” e che sia quindi indispensabile individuare “nuclei fondanti” e “organizzatori concettuali”.

Molte ricerche convergono, inoltre, nell'individuare un'altra criticità nel modo in cui le scienze vengono proposte in ambito scolastico. Tra gli aspetti di maggiore criticità vengono indicati i seguenti: prevale un insegnamento nozionistico, manualistico anziché per quesiti e problemi; generalmente la priorità è assegnata alla trasmissione di contenuti anziché ad un processo di scoperta e costruzione della conoscenza; nel passaggio da un livello scolastico all'altro si riparte sempre da zero in quanto manca un'idea condivisa di curricolo verticale; spesso le attività di laboratorio servono a confermare conoscenze già possedute. Ciò determina un sentimento di noia e di disinteresse per le discipline scientifiche, che aumenta progressivamente con il crescere dell'età degli allievi (vedi indagine Rose 2006).

### - Laboratorio

Ormai da molti anni, la didattica laboratoriale, che ha assunto un ruolo fondamentale in tutti i gradi scolastici, sia nel primo che nel secondo ciclo, attribuisce al termine laboratorio una connotazione molto più ampia di quella tradizionale (luogo fisico specificamente attrezzato), quella, cioè, di un contesto in cui gli studenti sono attivi, esplorano, osservano, si pongono domande, progettano esperimenti, scelgono variabili e le sottopongono a controllo, si confrontano sviluppando ragionamenti. Più che il luogo sono le operazioni a fare la differenza. Anche nei licei la dimensione sperimentale rimane un aspetto irrinunciabile della formazione scientifica e una guida per tutto il percorso scientifico, anche quando non siano possibili attività di laboratorio in senso stretto, ad esempio attraverso la presentazione ed elaborazione di dati sperimentali, l'utilizzo di filmati, simulazioni, la presentazione problematizzata – anche attraverso brani originali di scienziati – di esperimenti cruciali nello sviluppo del pensiero scientifico. Queste considerazioni non vanno interpretate come sottovalutazione della grande importanza motivazionale e cognitiva di quante più esperienze reali sia possibile effettuare, tenendo conto delle risorse di ciascuna istituzione scolastica. La didattica laboratoriale ha inoltre una propria specificità nella scuola secondaria superiore rispetto alla scuola del primo ciclo. Nella scuola secondaria superiore, seppure con gradualità, si passa da un approccio fenomenologico – caratteristico della scuola di base – ad un'impostazione più teorica, che tenga conto del fatto che le metodologie prevalenti dello sviluppo scientifico sono di tipo ipotetico-deduttivo; di conseguenza, quando si ha che fare

## Scienze naturali

con le grandi teorie scientifiche, dalla rivoluzione galileiana in poi, la contestualizzazione storica diventa una scelta metodologica fondamentale, condotta sempre insieme alle attività di sperimentazione e osservazione, per far cogliere agli studenti il significato dei principali concetti scientifici. Il significato dei concetti e delle teorie scientifiche non può essere infatti compreso se essi vengono presentati fin dall'inizio in modo assiomatico, come nozioni morte e come termini tecnici. I concetti più importanti vanno fatti rivivere come risposta a problemi tecnici e/o scientifici, come ipotesi ardite che sono state spesso molto al di là dell'osservazione e in contraddizione con le teorie fino ad allora considerate vere. In conclusione, un insegnamento significativo nella scuola secondaria superiore può essere effettuato realizzando un dosaggio sapiente, che tenga conto delle risorse di ciascuna istituzione scolastica, di sperimentazioni e osservazioni, di contestualizzazione storica, di utilizzo di filmati e simulazioni, ecc, di un insieme, cioè, di strumenti metodologici che permettano di concepire le classi come luoghi di scoperta e costruzione del sapere scientifico, all'interno del quale i manuali scolastici siano assunti come uno, e non il più importante, dei sussidi didattici.

---