

III.

Il settore matematica e scienze sperimentali

1. **Obiettivi del settore di studio della matematica e delle scienze sperimentali**

L'insegnamento della matematica e delle scienze sperimentali si pone come obiettivo:

- di far acquisire all'allievo strumenti intellettuali che gli permettano di progredire nella conoscenza scientifica riconoscendo il valore culturale e formativo delle singole discipline e
- di contribuire a dargli una solida base culturale propedeutica agli studi superiori.

L'insegnamento delle quattro discipline concorre a rendere l'allievo consapevole del suo rapporto con la natura, creando le condizioni per un agire responsabile e offrendo in tal modo un contributo alla ricerca personale del senso della vita.

L'allievo deve poter rendersi conto che la scienza, siccome prodotto dinamico dell'intelletto umano alla ricerca di modelli interpretativi della natura, evolve incessantemente in relazione allo sviluppo storico, alle vicende umane e ai rapporti che si creano tra le diverse discipline. Attraverso lo studio di fenomeni naturali e di altre situazioni colte dalla realtà, le quattro discipline permettono all'allievo di acquisire gli strumenti per formarsi opinioni proprie e di sviluppare spirito critico, autonomia di giudizio e disponibilità a prendere in considerazione idee diverse dalle proprie.

L'insegnamento è imperniato sul metodo scientifico inteso come continua ricerca di modelli che interpretano la realtà e che vanno continuamente sottoposti a verifica o a confutazione. Il modello esige la conoscenza di concetti e procedure proprie o comuni alle singole discipline. La pratica del metodo scientifico e del ragionamento matematico avvicina l'allievo alla comprensione delle applicazioni tecnologiche e alla presa di coscienza delle interazioni tra le attività umane, degli equilibri e dei cicli naturali.

In questo senso, pur mantenendo le specificità disciplinari, si persegue un approccio interdisciplinare che permetta all'allievo di acquisire gli strumenti necessari per riconoscere e descrivere, con un linguaggio appropriato, fenomeni naturali e situazioni reali nei loro diversi aspetti e livelli di complessità. Nella costruzione dell'apprendimento è opportuno procedere secondo scelte di temi esemplari e privilegiare il metodo sperimentale.

L'attività in classe deve coinvolgere l'allievo in prima persona, suscitare curiosità per la scoperta, sviluppare la capacità di formulare ipotesi, di verificare o di confutare affermazioni, il tutto sulla base delle conoscenze acquisite. Inoltre è opportuno sviluppare anche il gusto per gli aspetti estetici della scienza e una particolare attenzione a momenti rilevanti della sua storia, ai loro presupposti e alle loro implicazioni culturali.

2. Discipline fondamentali Matematica

La matematica si presenta sia come prodotto del pensiero – e come tale è sempre in evoluzione – sia come processo di *matematizzazione della realtà*.

L'allievo dovrà quindi apprendere un linguaggio e usarlo per

- descrivere teorie (assiomi, teoremi) e modelli in base a criteri logici e valutarne la coerenza (non contraddittorietà);
- definire strutture (insiemi, relazioni) e studiarne le proprietà;
- impostare modelli basati sull'osservazione (deterministici e probabilistici);
- vedere le relazioni con altre discipline quali le scienze e la filosofia.

La *pratica matematica scolastica* e l'*apprendimento* che ne consegue contribuiscono alla formazione del pensiero dell'allievo, sviluppando e promuovendo i processi:

- di astrazione (come costruzione di classi);
- di generalizzazione (vale a dire passaggio da una classe a un'altra più comprensiva);
- di particolarizzazione (procedimento inverso al precedente).

La matematica *educa* l'allievo a riconoscere e a praticare le modalità costruttive dei concetti, ad attribuire i loro *significati* agli *oggetti* indicati con un *nome*. In tal modo gli consente di percorrere gli itinerari che conducono alle *definizioni*, ai processi di *nominazione* e poi di *simbolizzazione*.

La matematica, lungo tutto l'arco della scolarità, offre all'allievo situazioni ricche, stimolanti e formative per sviluppare la pratica euristica nella risoluzione dei problemi.

2.1. Obiettivi essenziali

L'allievo acquisisce le conoscenze matematiche necessarie per la continuazione degli studi, nel quadro stabilito dai referenti disciplinari, e viene introdotto alla concettualizzazione, alla teorizzazione e alla risoluzione di problemi.

Alla fine del ciclo di studi liceali l'allievo deve dar prova di essere competente nelle conoscenze basilari previste dai programmi:

- calcolo numerico e letterale, equazioni, disequazioni e sistemi;
- geometria elementare, geometria analitica e vettoriale, trigonometria;
- funzioni a variabili reale, calcolo differenziale e integrale;
- statistica e calcolo delle probabilità;

e, per il corso di livello approfondito:

- algebra lineare;
- numeri complessi.

Dovrà inoltre dimostrare di aver concettualizzato determinati aspetti della matematica liceale, di aver raggiunto la teorizzazione di alcuni segmenti del programma, di possedere le capacità di agire di fronte a situazioni nuove, a contesti applicativi e nella risoluzione di problemi.

2.2. Campi e argomenti

Calcolo fondamentale: nei suoi diversi aspetti (numerico, algebrico, vettoriale, trigonometrico, esponenziale, logaritmico, infinitesimale) assume il carattere di strumento indispensabile per fare matematica.

Geometria: nelle sue articolazioni (sintetica, analitica, vettoriale, metrica, topologica, trasformazionale, differenziale) offre un'importante chiave di lettura dello spazio fisico-geometrico.

Combinatoria, probabilità e statistica: l'educazione al pensiero combinatorio e probabilistico è indispensabile sia per capire la componente *probabilistica* della scienza, sia per introdursi nell'inferenza statistica.

Analisi: al di là dell'aspetto tecnico (vedi calcolo fondamentale), la pratica dell'analisi matematica dà all'allievo la nuova dimensione culturale legata alla pratica degli infiniti attuali.

2.3. Indicazioni sulle modalità di insegnamento

L'insegnamento per classi tiene conto, nei limiti del possibile, del fatto che ogni individuo apprende secondo modalità e tempi propri e che la conoscenza matematica si costruisce mediante una sequenza temporale di immagini mentali e modelli sempre più evoluti, che devono potersi fondare su un preesistente tessuto empirico-intuitivo. Oltre all'esposizione del docente, parte del tempo è dedicata ad attività basate sul coinvolgimento in prima persona di ogni allievo: esercizi di apprendimento/applicazione/approfondimento, piccole ricerche, elaborazioni in situazione, risoluzione di problemi. Inoltre si tenga conto che l'apprendimento viene favorito se può svolgersi in un clima di lavoro sereno e costruttivo. Chi prova piacere nell'apprendere, apprende: chi ha appreso prova piacere nel continuare ad apprendere.

2.4. Indicazioni sulle modalità di valutazione

La valutazione è una fase importante di ogni processo di apprendimento. Deve avere un carattere *formativo* – inteso a diagnosticare lacune e difficoltà con lo scopo di regolare e correggere l'apprendimento – e un carattere *certificativo* che ha come scopo, alla fine di ogni periodo scolastico, di indicare lo stato globale dell'apprendimento di ogni allievo.

2.5. Classe prima

Il primo anno è caratterizzato dalla messa a punto degli strumenti di calcolo, delle conoscenze geometriche e sulle funzioni e dall'introduzione di qualche argomento nuovo. Dal punto di vista metodologico si tende a favorire una certa autonomia dell'allievo nell'attività di apprendimento. L'educazione al gusto per la ricerca del nuovo dev'essere obiettivo centrale del laboratorio.

2.5.1. Campi e argomenti	2.5.2. Obiettivi di base	2.5.3. Obiettivi di sviluppo
<p><i>Calcolo</i> Calcolo mentale, con la calcolatrice, letterale.</p>	<p>Eeguire calcoli usando le proprietà. Stimare risultati. Usare la calcolatrice in applicazione alle attività di apprendimento. Eeguire operazioni con: monomi, polinomi, potenze, messe in evidenza, frazioni algebriche, semplificazioni.</p>	<p>Giustificare i procedimenti. Usare la notazione scientifica, gli ordini di grandezza; eseguire approssimazioni. Organizzare ed eseguire sequenze di calcolo. Dimostrare alcune proprietà del calcolo.</p>
<p><i>Numeri, equazioni, disequazioni, sistemi</i> Equazioni, sistemi di 1°, 2° grado. Risoluzione grafica di equazioni. Messa in equazione di problemi. Disequazioni, sistemi di 1°, 2° grado e a due incognite, grafici.</p>	<p>Operare con numeri reali. Risolvere equazioni di 2° grado e qualcuna ad esse riconducibile. Conoscere e applicare tecniche di fattorizzazione di un polinomio. Risolvere sistemi di equazioni a 2 o 3 incognite. Risolvere graficamente equazioni e sistemi e giustificare il procedimento. Matematizzare l'enunciato d'un problema e risolverlo. Risolvere sistemi di disequazioni, anche graficamente.</p>	<p>Dimostrare e applicare il teorema di divisibilità per (x-a). Motivare i casi relativi ai sistemi lineari a 2, 3 incognite. Eeguire approssimazioni grafiche di soluzioni di equazioni. Matematizzare un problema e risolverlo ricercando strategie rapide ed eleganti.</p>
<p><i>Statistica</i> Media, mediana, moda, varianza.</p>	<p>Conoscere e applicare i concetti di centralità e dispersione.</p>	<p>Elaborare dati statistici. Rappresentare graficamente situazioni statistiche.</p>
<p><i>Funzioni</i> Definizione. Esempi: funzioni lineari, affini, quadratiche, valore assoluto. Operazioni con funzioni. Funzioni inverse.</p>	<p>Definire ed esemplificare il concetto di funzione. Riconoscere e rappresentare graficamente $f(x) \pm k$; $f(x) \pm g(x)$; $k f(x)$. Studiare la funzione di 2° grado e applicarne le conoscenze alla risoluzione di equazioni e disequazioni di 2° grado. Definire e rappresentare graficamente l'inversa di una funzione.</p>	<p>Rappresentare funzioni usando al meglio le proprietà. Definire e applicare il concetto di funzione composta. Dimostrare la simmetria tra i grafici di f e f^{-1}.</p>

2.5.1. Campi e argomenti	2.5.2. Obiettivi di base	2.5.3. Obiettivi di sviluppo
<i>Geometria</i> Costruzioni. Figure piane e solide semplici e composte. Teoremi: Pitagora, Euclide, Talete e sulla circonfe- renza; inscrivibilità e cir- coscrivibilità di poligoni.	Eeguire costruzioni geometriche. Conoscere proprietà strutturali e metriche di figure piane e solide, anche composte. Risolvere problemi su figure piane e solide e su sezioni piane di solidi, applicando definizioni e teoremi.	Motivare risultati ottenuti sperimen- talmente. Ragionare sulle condizioni di esi- stenza.

<i>Trigonometria</i> Rapporti sul triangolo rettangolo; funzioni su $[0, \pi/2]$: $y = \sin x$; $y = \cos x$; $y =$ $\tan x$.	Risolvere un triangolo rettangolo, anche in contesti tridimensionali. Usare gradi e radianti. Riconoscere queste funzioni e la loro non linearità.	Applicare le conoscenze di trigono- metria a situazioni concrete, in parti- colare a proiezioni ortogonali.
--	--	---

2.5.4. Modalità d'insegnamento

Suggeriamo di contenere al massimo la presentazione teorica degli argomenti per dare spazio all'esercitazione, alla riflessione e all'indagine personale dell'allievo. Le dimostrazioni devono concernere la giustificazione e la generalizzazione di congetture intuitive. Nella risoluzione dei problemi si insista sulla lettura del testo e sulla schematizzazione della situazione. Le attività di laboratorio possono essere svolte su tutti i referenti disciplinari, con la tecnica del lavoro individuale o per piccoli gruppi. La messa in comune dei risultati deve favorire gli scambi argomentativi e la concettualizzazione.

2.5.5. Valutazione

Essa non si limita al versante sommativo ma deve concernere anche il lato formativo. Oltre all'accertamento degli obiettivi specifici, si osservino e valutino anche le capacità di ragionamento logico, di analisi, di sintesi, di intuizione, di invenzione.

2.6. Classe seconda – Corso normale

L'allievo sarà confrontato con argomenti che esigono una certa capacità d'astrazione, in particolare per quanto riguarda la geometria a tre dimensioni e la sua interpretazione vettoriale. Dovrà apprendere un linguaggio e un simbolismo atto a descrivere correttamente entità geometriche dal punto di vista algebrico, vettoriale e trigonometrico.

2.6.1.

Campi e argomenti

Trigonometria

Cerchio goniometrico; definizioni di sin, cos, tan. Formule trigonometriche. Equazioni trigonometriche. Problemi trigonometrici.

2.6.2.

Obiettivi di base

Riconoscere sin, cos, tan, illustrarli sul cerchio goniometrico, determinarne i valori per un angolo dato. Applicare le formule fondamentali. Esaminare e risolvere semplici equazioni. Risolvere problemi riconducibili a situazioni trigonometriche; interpretare i risultati.

2.6.3.

Obiettivi di sviluppo

Individuare la formula opportuna per una data situazione; esaminare e risolvere equazioni riconducibili a casi noti. Studiare problemi su triangoli, anche non rettangoli, risolverli, interpretare i risultati.

Geometria:

vettori e analitica

Vettori geometrici e algebrici nel piano e nello spazio. Operazioni di base con vettori, combinazione lineare. Allineamento e complanarità di punti dello spazio. Base di uno spazio vettoriale. Prodotto scalare. Geometria analitica del piano.

Conoscere i due concetti (geometrico e algebrico) e abbinarli per mezzo di un sistema di coordinate. Operare con vettori geometrici e algebrici. Interpretare allineamento e complanarità in termini vettoriali, risolvere problemi. Esprimere un vettore in funzione di una base assegnata. Calcolare il prodotto scalare, usarne le proprietà, risolvere semplici problemi. Interpretare situazioni di analitica della retta e della circonferenza, con e senza vettori.

Tradurre in termini vettoriali situazioni geometriche classiche. Abbinare l'operazione geometrica alla corrispondente algebrica. Applicare il calcolo vettoriale a problemi assegnati con dati non necessariamente vettoriali. Applicare la scomponibilità di vettori secondo la base adottata. Applicare il prodotto scalare a problemi geometrici, anche se non formulati in modo vettoriale. Estendere le conoscenze di analitica piana alla geometria analitica dello spazio.

Statistica e probabilità

Probabilità: prova aleatoria, spazio campione, algebra degli eventi. Elementi di calcolo combinatorio. Statistica: raccolta ed elaborazione di dati, loro rappresentazione; centralità e dispersione, medie, varianza, scarto tipo.

Conoscere e applicare il modello insiemistico della probabilità. Studiare situazioni di tipo combinatorio. Elaborare un insieme di dati per capirne l'andamento, ricavarne il valore centrale e un valore rappresentativo (media,...), stabilire una misura di dispersione.

Formalizzare la parte teorica (assiomi di Kolmogoroff). Interpretare i risultati di un'elaborazione statistica, esaminare criticamente quanto ottenuto.

2.6.4. Modalità d'insegnamento

Si suggerisce di ampliare, seppure in modo contenuto, la componente teorica e di accentuare la fase di concettualizzazione. Si consiglia di proporre esercizi graduali non ripetitivi che favoriscano lo sviluppo della pratica matematica. L'insegnamento deve proporre problemi di varia natura, anche aperti, e favorire un lavoro autonomo e personale degli allievi.

2.6.5. Valutazione

Oltre alla normale verifica del raggiungimento degli obiettivi di insegnamento, la valutazione deve tenere in giusta considerazione aspetti relativi all'autonomia intellettuale, alla coerenza dei ragionamenti – anche in situazioni nuove –, all'interesse per lo studio e per la materia, alla curiosità e alla capacità di pensare in modo matematico.

L'allievo deve essere in grado di esprimersi anche oralmente sui contenuti dell'insegnamento.

2.7. Classe seconda – Corso di livello approfondito

Rispetto al corso normale di seconda si hanno argomenti in più (funzioni esponenziali e logaritmiche) e maggiori approfondimenti (ad esempio lo studio delle funzioni trigonometriche e delle loro inverse).

2.7.1. Campi e argomenti	2.7.2. Obiettivi di base	2.7.3. Obiettivi di sviluppo
<p><i>Trigonometria</i> Cerchio goniometrico; definizioni di sin, cos, tan e delle inverse. Formule trigonometriche. Equazioni trigonometriche. Problemi trigonometrici. Teoremi del sin e del cos.</p>	<p>Riconoscere e usare sin, cos, tan e le loro inverse, rappresentarle graficamente. Conoscere e applicare alcune formule, comprese quelle di addizione. Esaminare e risolvere equazioni. Risolvere problemi; interpretare i risultati. Conoscere e applicare i due teoremi.</p>	<p>Individuare la formula opportuna per una data situazione; esaminare e risolvere equazioni riconducibili a casi noti. Studiare problemi su triangoli, anche non rettangoli, risolverli, interpretare i risultati.</p>
<p><i>Geometria: vettori e analitica</i> Vettori geometrici e algebrici nel piano e nello spazio. Operazioni di base con vettori, combinazione lineare. Spazi vettoriali, isomorfismo. Allineamento e complanarità di punti dello spazio. Base di uno spazio vettoriale. Prodotto scalare. Geometria analitica del piano e dello spazio.</p>	<p>Conoscere i due concetti (geometrico e algebrico) e abbinarli per mezzo di un sistema di coordinate. Operare con vettori geometrici e algebrici. Riconoscere, nell'ambito degli spazi considerati, le strutture di gruppo e di corpo e l'isomorfismo. Interpretare allineamento e complanarità in termini vettoriali, risolvere problemi. Esprimere un vettore in funzione di una base assegnata. Calcolare il prodotto scalare, usarne le proprietà, risolvere semplici problemi. Studiare la retta e la circonferenza nel piano, con e senza vettori; determinare le equazioni di una retta nello spazio.</p>	<p>Tradurre in termini vettoriali situazioni geometriche classiche. Abbinare l'operazione geometrica alla corrispondente algebrica. Applicare il calcolo vettoriale a problemi assegnati con dati non necessariamente vettoriali. Applicare la scomponibilità di vettori secondo la base adottata. Applicare il prodotto scalare a problemi geometrici, anche se non formulati in modo vettoriale. Determinare l'equazione di un piano e di una sfera.</p>
<p><i>Funzioni esponenziali e logaritmiche</i> Le funzioni esponenziale e logaritmica. Logaritmi: definizione, regole, applicazioni.</p>	<p>Definire le funzioni, rappresentarle graficamente, usarne le proprietà, lavorare con potenze di esponente reale. Manipolare espressioni algebriche contenenti forme esponenziali e logaritmiche.</p>	<p>Capire il ruolo della base, distinguere i vari casi (> 1, < 1, necessità che la base sia positiva). Logaritmare un'uguaglianza e trasformarla in base alle regole; applicare i logaritmi a situazioni date da altre discipline.</p>

2.7.1.
Campi e argomenti

Statistica e probabilità

Prova aleatoria, spazio campione, algebra degli eventi.

Elementi di calcolo combinatorio.

Statistica: raccolta ed elaborazione di dati, loro rappresentazione; centralità e dispersione, medie, varianza, scarto tipo.

Probabilità condizionata ed eventi indipendenti.

2.7.2.
Obiettivi di base

Conoscere e applicare il modello insiemistico della probabilità.

Studiare situazioni di tipo combinatorio.

Elaborare un insieme di dati per capirne l'andamento, ricavarne il valore centrale e un valore rappresentativo (media,...), stabilire una misura di dispersione.

Risolvere problemi riguardanti l'indipendenza e la probabilità condizionata.

2.7.3.
Obiettivi di sviluppo

Formalizzare la parte teorica (assiomi di Kolmogoroff).

Interpretare i risultati di un'elaborazione statistica, esaminare criticamente quanto ottenuto.

2.7.4. Modalità d'insegnamento

Si suggerisce di ampliare la fase di concettualizzazione, di introdurre l'allievo alla pratica del ragionamento scientifico, di favorire la riflessione, di raggiungere la consapevolezza dell'esigenza di agire in modo intellettualmente onesto. L'insegnamento deve proporre problemi aperti e richiedere agli allievi un lavoro autonomo e personale, improntato anche alla creatività e al piacere di fare matematica.

2.7.5. Valutazione

Oltre alla normale verifica del raggiungimento degli obiettivi di insegnamento, la valutazione deve tenere in giusta considerazione aspetti relativi all'autonomia intellettuale, alla coerenza dei ragionamenti – soprattutto in situazioni nuove –, all'interesse per lo studio e per la materia, alla curiosità e alla capacità di pensare in modo matematico.

L'allievo deve essere in grado di esprimersi anche oralmente sui contenuti dell'insegnamento.

2.8. Classe terza – Corso normale

Approfondimento della conoscenza delle funzioni trigonometriche e studio delle funzioni esponenziali e logaritmiche con applicazioni nelle varie scienze. Altri argomenti richiedono una maggior capacità di astrazione: probabilità condizionata, variabili casuali discrete, geometria vettoriale dello spazio, il concetto di limite.

Si precisa ulteriormente il significato di un modello matematico e della sua applicazione in situazioni concrete (leggi fisiche, fenomeni statistici, problemi geometrici,...). L'allievo viene introdotto nella manipolazione di quantità *infinitamente piccole e infinitamente grandi*. La comprensione del significato del *passaggio al limite* è uno dei cardini del programma di terza.

2.8.1.

Campi e argomenti

2.8.2.

Obiettivi di base

2.8.3.

Obiettivi di sviluppo

Trigonometria

Funzioni trigonometriche e loro inverse.

Usare le funzioni, identificarne le definizioni e le proprietà sul cerchio goniometrico, rappresentarle graficamente, operare con le inverse; non linearità di tali funzioni.

Determinare gli intervalli adatti per definire le inverse (iniettività).
Formule di addizione e altre derivate.

Funzioni esponenziali e logaritmiche

Funzione esponenziale.
Equazioni esponenziali.
Funzione logaritmica.
Equazioni logaritmiche.
Logaritmi: definizione, proprietà, applicazioni.

Lavorare con potenze a esponenti reali, capire la definizione delle funzioni esponenziali e logaritmiche, rappresentarle graficamente, conoscerne le proprietà, risolvere equazioni e manipolare espressioni algebriche con forme esponenziali e logaritmiche. Conoscerne alcune applicazioni concrete.

Capire il ruolo della base b , distinguere i vari casi ($b > 1$, $b < 1$, necessità che la base sia positiva).
Studiare funzioni composte e trovare i relativi domini.
Applicare queste funzioni a situazioni date da altre discipline.
Disequazioni esponenziali e logaritmiche.

Probabilità e statistica

Probabilità condizionata ed eventi indipendenti.
Variabili casuali discrete, distribuzione di probabilità.
Valore atteso (speranza) e varianza.

Risolvere problemi applicando il concetto di indipendenza e le formule sulla probabilità condizionata.
Capire il concetto, saper calcolare una distribuzione di probabilità, il valore atteso e la varianza.

Analizzare problemi e scoprire dove entra in scena la probabilità condizionata.
Determinare statisticamente una distribuzione di probabilità.
Confrontare risultati statistici con quelli probabilistici.

2.8.1. Campi e argomenti	2.8.2. Obiettivi di base	2.8.3. Obiettivi di sviluppo
<i>Geometria: vettori e analitica</i> Isomorfismo tra gli spazi vettoriali geometrico e algebrico. Elementi di geometria sintetica e analitica dello spazio.	Rappresentare vettori geometrici mediante le componenti aritmetiche. Applicare metodi vettoriali alla geometria dello spazio; determinare le equazioni di una retta, di un piano e di una sfera.	Giustificare l'interscambiabilità tra operazioni geometriche e algebriche. Risolvere problemi che esigono elaborazioni vettoriali diverse (combinazioni lineari, prodotto scalare ed ev. vettoriale). Il prodotto vettoriale e quello misto; determinanti di ordine 3. Le coniche.

Analisi

Completezza di \mathbf{R} . Topologia della retta reale. Successioni reali. La serie geometrica. Limiti di funzioni reali. Asintoti.	Conoscere il concetto di intorno. Definire ed esemplificare successioni e serie, in particolare progressioni aritmetiche e geometriche; la serie geometrica. Definire e calcolare formule ricorsive, limiti, somme di serie. Conoscere il concetto di limite (proprio, improprio); calcolare limiti, conoscere proprietà dei limiti. Determinare asintoti.	Conoscere l'incompletezza di \mathbf{Q} e la completezza di \mathbf{R} , la struttura algebrica e metrica di \mathbf{R} . Giustificare limiti di successioni e di funzioni, studiare la convergenza della serie geometrica. Definire i limiti e la continuità col linguaggio degli intorni; giustificare limiti di funzioni, dedurre certe proprietà dei limiti. Capire il concetto di asintoticità di curve.
---	--	--

2.8.4. Modalità d'insegnamento

Si suggerisce di ampliare la riflessione teorica, limitando all'essenziale la parte di presentazione dei singoli argomenti, e di lasciare ampio spazio all'esercitazione e alla risoluzione di problemi di varia natura. L'insegnamento deve proporre anche problemi aperti e richiedere agli allievi un lavoro autonomo e personale, improntato anche alla creatività e al piacere di fare matematica. È altresì opportuno preparare l'allievo a organizzare una ricerca e a presentarla davanti alla classe.

2.8.5. Valutazione

Oltre alla normale verifica del raggiungimento degli obiettivi di insegnamento, la valutazione deve tenere in giusta considerazione aspetti relativi all'autonomia intellettuale, alla coerenza dei ragionamenti – soprattutto in situazioni nuove –, all'interesse per lo studio e per la materia, alla curiosità e alla capacità di pensare in modo matematico. L'allievo deve essere in grado di esprimersi anche oralmente sui contenuti dell'insegnamento.

2.9. Classe terza – Corso di livello approfondito

Si precisa ulteriormente il significato di un modello matematico e della sua applicazione in situazioni concrete (ad es. leggi fisiche, fenomeni statistici, problemi algebrici, geometrici). L'allievo viene introdotto alla manipolazione di quantità *infinitamente piccole e infinitamente grandi*. La comprensione del significato di *passaggio al limite* è uno dei cardini del programma di terza

Alcuni argomenti richiedono una relativamente elevata capacità di astrazione: variabili casuali discrete, formalizzazione della struttura di spazio vettoriale, i concetti di applicazione lineare, di limite e di serie.

2.9.1.
Campi e argomenti

2.9.2.
Obiettivi di base

2.9.3.
Obiettivi di sviluppo

Geometria:

vettori e analitica

Coniche e luoghi geometrici.

Prodotto vettoriale e misto.

Elementi di geometria sintetica e analitica dello spazio.

Definire le coniche e determinare la loro equazione nella forma normale. Applicare metodi vettoriali alla geometria dello spazio; determinare le equazioni di una retta, di un piano e di una sfera.

Determinare le equazioni di coniche traslate, di rette tangenti; classificare le sezioni coniche; conoscere il piano proiettivo, punti impropri; polo e polare di una conica.

Trovare equazioni di luoghi geometrici.

Risolvere problemi che esigono elaborazioni vettoriali diverse.

Algebra lineare

Spazi vettoriali e applicazioni lineari.

Matrici.

Determinanti.

Riconoscere strutture di spazi vettoriali e la linearità di applicazioni; rappresentare applicazioni lineari mediante matrici, trovare nucleo e immagine nelle dimensioni 2 e 3. Comporre applicazioni lineari e operare con matrici; ricavare matrici di isometrie e di similitudini. Risolvere sistemi lineari, calcolare determinanti di ordine 2 e 3.

Rappresentare uno spazio vettoriale astratto con il suo modello algebrico. Saper trovare la matrice associata nel caso di omomorfismi anche relativi a spazi di dimensioni diverse, operare composizioni.

Trovare autovalori e autovettori.

Riconoscere e classificare matrici di trasformazioni geometriche.

Risolvere e discutere sistemi di equazioni lineari; conoscere l'algoritmo di Gauss.

Generalizzare il concetto di determinante.

Probabilità

Variabili casuali discrete, distribuzione di probabilità, valore atteso (speranza) e varianza.

La distribuzione binomiale.

Altri tipi di distribuzioni.

Capire il concetto, calcolare una distribuzione di probabilità, il valore atteso e la varianza, trovare la funzione di ripartizione.

Riconoscere le distribuzioni più importanti in casi concreti e calcolare la distribuzione teorica corrispondente.

Determinare statisticamente una distribuzione di probabilità.

Confrontare risultati statistici con quelli probabilistici; adattamento a distribuzioni statistiche.

Calcolare il valore atteso e la varianza di queste distribuzioni, con le relative giustificazioni.

2.9.1. Campi e argomenti	2.9.2. Obiettivi di base	2.9.3. Obiettivi di sviluppo
<i>Numeri complessi</i> *) Il corpo \mathbf{C} . Il piano di Gauss. Numeri complessi in forma polare. La formula di Moivre.	Conoscere la struttura di \mathbf{C} ; apprendere a calcolare in \mathbf{C} e le proprietà di \mathbf{C} . Mostrare come il corpo \mathbf{C} possa essere rappresentato da una realtà geometrica bidimensionale. Definire il modulo e l'argomento. Dimostrare e applicare la formula.	Studiare curve notevoli nel piano di Gauss. Saper calcolare le radici n-esime di un numero complesso. Fornire esempi significativi di funzioni nel campo complesso. Studiare processi iterativi in \mathbf{C} accennando alle strutture frattali.

Analisi

Completezza di \mathbf{R} . Topologia della retta reale. Successioni reali. La serie geometrica. Serie convergenti, divergenti.*) Limiti di funzioni reali. Funzioni continue. Asintoti.	Conoscere il concetto di intorno. Definire ed esemplificare successioni e serie, in particolare progressioni aritmetiche e geometriche; la serie geometrica. Definire e calcolare formule ricorsive, limiti, somme di serie. Conoscere il concetto di limite (proprio, improprio) e di funzione continua; calcolare limiti, conoscere proprietà dei limiti e delle funzioni continue.	Determinare asintoti. Conoscere l'incompletezza di \mathbf{Q} e la completezza di \mathbf{R} , la struttura algebrica e metrica di \mathbf{R} . Giustificare limiti di successioni e di funzioni, studiare la convergenza della serie geometrica e di altre serie (criteri di convergenza). Definire i limiti e la continuità col linguaggio degli intorni; giustificare limiti e la continuità di funzioni, dedurre certe proprietà dei limiti. Capire il concetto di asintoticità di curve.
---	---	---

*) da trattare in terza o in quarta, a scelta.

2.9.4. Modalità d'insegnamento

Agli allievi indirizzati verso interessi scientifici l'insegnamento propone modelli di ragionamento in situazioni che esigono un'analisi accurata. Inoltre stimola l'allievo a trarre conclusioni, a operare sintesi e a fornire riflessioni di carattere metacognitivo. L'allievo sarà posto nella condizione di dover motivare le proprie affermazioni su tematiche anche non del tutto note.

2.9.5. Valutazione

Oltre alla normale verifica del raggiungimento degli obiettivi di insegnamento, la valutazione deve tenere in giusta considerazione aspetti relativi all'autonomia intellettuale, alla coerenza dei ragionamenti – soprattutto in situazioni nuove –, all'interesse per lo studio e per la materia, alla curiosità e alla capacità di pensare in modo matematico.

L'allievo deve essere in grado di esprimersi anche oralmente sui contenuti dell'insegnamento.

2.10. Classe quarta – Corso normale

L'ultimo anno si caratterizza fundamentalmente per l'introduzione dei procedimenti di derivazione e integrazione. L'idea centrale di limite, che l'allievo ha incontrato almeno in terza nelle successioni, nelle serie e nella continuità delle funzioni, assume nuovi aspetti e prende nuove direzioni. Particolarmente importante la presa di contatto con alcuni teoremi classici dell'analisi e le relative tecniche di dimostrazione. Rilevante anche l'applicazione del metodo differenziale-integrale alla geometria (studio di curve, calcolo di aree e volumi).

Nel campo della probabilità il discorso ruota intorno ai concetti di variabile aleatoria discreta e distribuzione normale.

2.10.1. Campi e argomenti

2.10.2. Obiettivi di base

2.10.3. Obiettivi di sviluppo

Analisi

Funzioni continue.
La derivata.
Derivate e regole di derivazione.
Classici teoremi sulle funzioni derivabili.
L'integrale.
Teorema fondamentale.

Definire la continuità. Evidenziare le proprietà delle funzioni continue.
Comprendere il significato geometrico e cinematico della derivazione.
Enunciare ed applicare le regole di derivazione.
Evidenziare le proprietà delle funzioni derivabili.
Usare gli strumenti dell'analisi per studiare l'andamento di una funzione.
Conoscere i concetti di integrale definito e indefinito di una funzione continua.
Conoscere e saper applicare il teorema fondamentale.

Studiare funzioni non elementari.
Con l'aiuto dei teoremi dell'Hôpital risolvere forme indeterminate di vario tipo.
Conoscere e applicare qualche procedimento numerico per risolvere equazioni.
Applicare l'integrale alla geometria e alla fisica.

Probabilità e statistica

Variabile aleatoria discreta.
Speranza matematica e varianza.
Distribuzioni di probabilità.

Definire le funzioni di ripartizione e distribuzione di probabilità.
Definire e applicare i concetti.
Esempi tratti dalla teoria dei giochi.

Approssimare una distribuzione binomiale mediante la distribuzione normale.

2.10.4. Modalità d'insegnamento

La programmazione dell'insegnamento deve prevedere nella seconda metà dell'anno un adeguato lasso di tempo da dedicare alla ripetizione, alla sintesi e all'organizzazione delle conoscenze apprese. Ci si potrà servire di attività che prevedano l'utilizzo di tecniche, strategie e concetti appresi in capitoli e periodi diversi.

2.10.5. Valutazione

Oltre alla normale verifica del raggiungimento degli obiettivi di insegnamento, la valutazione deve tenere in giusta considerazione aspetti relativi all'autonomia intellettuale, alla coerenza dei ragionamenti – soprattutto in situazioni nuove –, all'interesse per lo studio e per la materia, alla curiosità e alla capacità di pensare in modo matematico.

L'allievo deve essere in grado di esprimersi anche oralmente sui contenuti dell'insegnamento.

2.11. Classe quarta – Corso di livello approfondito

L'ultimo anno si caratterizza fundamentalmente per l'introduzione dei procedimenti di derivazione e integrazione. L'idea centrale di limite, che l'allievo ha incontrato almeno in terza (ma eventualmente prima, si pensi alla «pre-analisi»...) nelle successioni, nelle serie e nella continuità delle funzioni, assume nuovi aspetti e prende nuove direzioni. Particolarmente importante la presa di contatto con alcuni teoremi classici dell'analisi e le relative tecniche di dimostrazione. Rilevante anche l'applicazione del metodo differenziale-integrale alla geometria (studio di curve, calcolo di aree, volumi, misure di archi di curva). Innovativa l'introduzione del capitolo «Equazioni differenziali». Prevista anche la trattazione del corpo complesso C (se non fatta in terza). Nell'ambito del discorso sulla probabilità appare la variabile aleatoria continua, accompagnata dal concetto di distribuzione normale. Questa sarà vista anche come limite di una distribuzione binomiale.

2.11.1. Campi e argomenti	2.11.2. Obiettivi di base	2.11.3. Obiettivi di sviluppo
<i>Analisi</i> Funzioni continue. La derivata. Derivate e regole di derivazione. Classici teoremi sulle funzioni derivabili. Serie numeriche. *) L'integrale.	Definire la continuità. Evidenziare le proprietà delle funzioni continue. Comprendere il significato geometrico e cinematico della derivazione. Enunciare ed applicare le regole di derivazione. Evidenziare le proprietà delle funzioni derivabili. Usare gli strumenti dell'analisi per studiare l'andamento di una funzione. Definire il concetto di convergenza. Applicare criteri di convergenza. Conoscere i concetti di integrale indefinito e definito di una funzione continua. Conoscere e saper applicare il teorema fondamentale. Acquisire il concetto di «vari gradi di approssimazione». Sviluppare in serie le funzioni più importanti.	Studiare funzioni non elementari. Con l'aiuto dei teoremi dell'Hôpital risolvere forme indeterminate di vario tipo. Conoscere e applicare qualche procedimento numerico per risolvere equazioni. Calcolare somme notevoli. Apprendere alcune tecniche particolari di integrazione. Applicare l'integrale alla geometria e alla fisica. Sviluppare metodi di integrazione numerica.
Teorema fondamentale. Derivate di ordine superiore, polinomi di Taylor, sviluppi in serie di potenze.	Conoscere e saper applicare il teorema fondamentale. Acquisire il concetto di «vari gradi di approssimazione». Sviluppare in serie le funzioni più importanti.	Applicare l'integrale alla geometria e alla fisica. Sviluppare metodi di integrazione numerica.
<i>Funzioni di due variabili reali. **)</i>	<i>Acquisire il concetto e comprendere la rappresentazione tridimensionale di tali funzioni.</i>	<i>Definire la continuità di tali funzioni. Definire il piano tangente a una superficie. Definire il concetto di derivata parziale.</i>
<i>Equazioni differenziali **)</i> Equazione differenziale.	<i>Definirne il concetto, presentando anche numerosi esempi (alcuni tratti dalla fisica). Risolvere un'equazione a variabili separabili del 1° ordine e del 2° ordine a coefficienti costanti.</i>	<i>Accennare al teorema fondamentale di esistenza di una soluzione soddisfacente determinate condizioni iniziali.</i>

2.11.1. Campi e argomenti	2.11.2. Obiettivi di base	2.11.3. Obiettivi di sviluppo
<i>Probabilità</i>		
Variabile aleatoria continua. Distribuzione normale e normale standard.	Definire il concetto e presentare alcuni esempi significativi. Definire il concetto e studiare le caratteristiche di tale distribuzione.	Introdurre la «curva degli errori» come funzione integrale.
<i>Numeri complessi*)</i>		
Il corpo \mathbf{C} . Il piano di Gauss. Numeri complessi in forma polare. La formula di Moivre.	Conoscere la struttura di \mathbf{C} ; apprendere a calcolare in \mathbf{C} e le proprietà di \mathbf{C} . Mostrare come il corpo \mathbf{C} possa essere rappresentato da una realtà geometrica bidimensionale. Definire il modulo e l'argomento. Dimostrare e applicare la formula.	Studiare curve notevoli nel piano di Gauss. Saper calcolare le radici n-esime di un numero complesso. Fornire esempi significativi di funzioni nel campo complesso. Studiare processi iterativi in \mathbf{C} accennando alle strutture frattali.

*) se non già trattate in terza.

**) da trattare eventualmente

2.11.4. Modalità d'insegnamento

La programmazione dell'insegnamento deve prevedere nella seconda metà dell'anno un adeguato lasso di tempo da dedicare alla ripetizione, alla sintesi e all'organizzazione delle conoscenze apprese. Ci si potrà servire di attività che prevedano l'utilizzo di tecniche, strategie e concetti appresi in capitoli e periodi diversi.

2.11.5. Valutazione

Oltre alla normale verifica del raggiungimento degli obiettivi di insegnamento, la valutazione deve tenere in giusta considerazione aspetti relativi all'autonomia intellettuale, alla coerenza dei ragionamenti – soprattutto in situazioni nuove –, all'interesse per lo studio e per la materia, alla curiosità e alla capacità di pensare in modo matematico.
L'allievo deve essere in grado di esprimersi anche oralmente sui contenuti dell'insegnamento.

3. **Fisica**

All'interno delle discipline scientifiche sperimentali presenti nel curriculum liceale, la fisica affronta lo studio di base dei fenomeni naturali, abbracciando una scala di ordini di grandezza incredibilmente vasta: dai sistemi subatomici fino all'intero universo. Più che dall'oggetto di studio, unita alla disciplina viene conferita dal metodo di indagine e dall'esistenza, quasi prodigiosa, di strutture e di leggi di carattere fondamentale, valide e utilizzabili a tutti gli ordini di grandezza e che possono essere espresse in relazioni quantitative grazie al linguaggio matematico. Affrontare lo studio della fisica a livello liceale, nei suoi aspetti sia qualitativi che quantitativi, vuol quindi dire imparare ad applicare il metodo scientifico nei suoi aspetti analitico-deduttivi nel momento di indagine, negli aspetti induttivi e di sintesi nella costruzione di concetti astratti e nell'elaborazione di modelli e teorie.

3.1. Finalità formative e obiettivi dell'insegnamento

Nell'ambito delle finalità formative delle scienze sperimentali, il corso di *fisica – disciplina fondamentale* deve consentire all'allievo di:

- formarsi un'idea generale della costruzione scientifica che va sotto il nome di «fisica» (campi di studio, metodologia, finalità, implicazioni etiche e sociali, ecc.) e dei suoi rapporti con le altre discipline sperimentali (aspetti che le rendono discipline affini, aspetti che le differenziano);
- comprendere il ruolo dell'approccio sperimentale nella pratica scientifica, sia come punto di partenza per l'elaborazione di concetti, di leggi e di teorie, sia come strumento di verifica delle concezioni e di controllo delle previsioni fornite;
- comprendere il valore e la necessità del rigore scientifico e abituarsi al ragionamento logico, riconoscendo con chiarezza il significato dei singoli passi compiuti nel processo di costruzione e di affinamento di una determinata legge o di un determinato modello; comprendere l'utilità ed i limiti dell'introduzione di una descrizione matematicizzata dei fenomeni;
- riconoscere il carattere fondamentale delle leggi fisiche: esse danno un importante contributo allo sviluppo delle altre discipline scientifiche e costituiscono inoltre la trama alla quale si allacciano le diverse applicazioni tecnologiche;
- riconoscere nella realtà che lo circonda esempi di ricaduta tecnologica del progresso della conoscenza scientifica e spiegare l'interdipendenza che viene così a crearsi; sviluppare un sano senso critico: porsi positivamente davanti alle possibilità che sono offerte dalla scienza e dalla tecnologia, ma divenire consapevole anche delle possibilità di abuso e delle responsabilità nei confronti del mondo in cui viviamo;
- maturare il significato di scienza come conoscenza condivisa e la consapevolezza che essa è soggetta ad un continuo lavoro di affinamento: conoscere in qualche situazione specifica l'evoluzione storica dei concetti e dei modelli impiegati e alcuni esempi concreti dove la conoscenza attuale non può essere ritenuta che provvisoria; conoscere situazioni in cui la pluralità delle opinioni rappresenta un arricchimento, abituarsi al rispetto e alla tolleranza verso idee e modi di vedere diversi dal proprio.

Queste finalità formative generali verranno perseguite presentando un ventaglio sufficientemente ampio di argomenti tratti dai vari capitoli classici fondamentali, ad un livello prevalentemente fenomenologico e descrittivo in un primo momento (indicato nel seguito come la *fisica dei fenomeni*), approfondendo in un secondo momento alcuni modelli di pensiero caratteristici della disciplina (indicato nel seguito come la *fisica dei modelli*). Nei singoli ambiti il corso di *fisica – disciplina fondamentale* desidera in particolare:

- confrontare l'allievo, attraverso la *fisica dei fenomeni*, con la varietà dei fenomeni naturali, fornendogli nel contempo gli strumenti concettuali per cogliere le caratteristiche unitarie che emergono dalle attuali conoscenze scientifiche. In particolare, il percorso didattico scelto dovrà privilegiare l'aspetto sperimentale, fondando l'apprendimento sull'attività di laboratorio e permettere all'allievo di:
 - riconoscere le principali grandezze fisiche necessarie per la descrizione fenomenologica dei vari campi di studio e il loro ruolo nei fenomeni studiati;
 - riconoscere le caratteristiche generali di una determinata classe di processi e elaborare le leggi empiriche (modelli primari) che permettono di descriverli, cogliendo nello strumento matematico un potente strumento di sintesi con grande capacità predittiva;
 - conoscere, attraverso una sperimentazione il più possibile diretta, i fatti sperimentali che hanno dato origine alla descrizione oggi condivisa dei fenomeni naturali; familiarizzarsi con la metodologia scientifica sperimentale nella costruzione e nella verifica di ipotesi, congetture, leggi e modelli;

- riconoscere nelle relazioni che esprimono il bilancio di determinate grandezze fisiche uno strumento per la descrizione dei fenomeni osservati e nel caso particolare delle leggi di conservazione un potente strumento per prevedere il comportamento di un determinato sistema;
- presentare all'allievo, attraverso la *fisica dei modelli*, alcuni argomenti in modo che egli possa percepire che dietro a singoli fenomeni e leggi empiriche vi sono concezioni di ampio respiro che si sono delineate e consolidate nel corso del tempo e che sono caratteristiche dei vari campi della fisica; in particolare il percorso scelto dovrà:
 - consentire un adeguato sviluppo dei temi fondamentali (leggi di conservazione – in particolare dell'energia – e struttura della materia);
 - presentare i modelli fondamentali (corpuscolare e ondulatorio) nelle loro situazioni tipiche;
 - fornire all'allievo esempi dei vari tipi di leggi impiegate per la descrizione dei fenomeni fisici (leggi deterministiche, leggi statistiche);
- per gli allievi che hanno scelto un'opzione non scientifica, nel terzo anno, all'interno degli obiettivi comuni del *corso di scienze sperimentali* volto all'approfondimento e all'allargamento delle conoscenze in chiave interdisciplinare, l'apporto della fisica dovrà:
 - mantenere l'approccio sperimentale e sistematico nella costruzione concettuale delle grandezze e delle loro relazioni quantitative;
 - sottolineare l'importanza delle leggi generali e dei principi di conservazione precedentemente acquisiti attraverso un uso mirato in nuovi e più ampi contesti;
 - esemplificare il ruolo del modello fisico quale strumento di sintesi e di previsione e della necessità, che talvolta si presenta, di un radicale ripensamento (cambiamento di paradigma).

3.2. Campi e argomenti

Per raggiungere gli obiettivi formativi generali e disciplinari sopra elencati, occorrerà differenziare quantità e grado di approfondimento dei temi trattati a seconda della dotazione oraria a disposizione: i temi indicati in carattere normale nelle tavole riportate qui di seguito costituiscono il paniere da cui attingere gli argomenti affrontati da tutti gli allievi, mentre quelli riportati in *corsivo* costituiscono oggetto di studio soprattutto per gli allievi che, avendo scelto un curriculum di indirizzo scientifico, hanno le tre ore nel secondo anno. È compito delle sedi fissare il proprio percorso didattico facendo una scelta mirata tra i campi di studio e gli argomenti proposti; all'interno della sede e di una medesima fascia curricolare, tuttavia, la scelta dovrà risultare omogenea. Nella scelta degli argomenti per i curricula di indirizzo non scientifico, inoltre, sarebbe bene tener conto delle tematiche, individuate assieme ai colleghi di biologia e di chimica, che ci si propone di affrontare in forma integrata nel corso di *scienze sperimentali del terzo anno*.

3.2.1. Per la *fisica dei fenomeni*

<i>Campi di studio</i>	<i>Argomenti</i>
<i>Materia e movimento</i>	<ul style="list-style-type: none"> • massa, volume, densità; • forze, peso, forza elastica, equilibrio di forze; • principio d'inerzia, moto rettilineo uniforme, velocità; • energia cinetica, energia potenziale gravitazionale e elastica; • pressione, legge di Stevino, principio di Archimede; • struttura atomistica della materia: la quantità di materia.

III. Il settore matematica e scienze sperimentali

<i>Campi di studio</i>	<i>Argomenti</i>
<i>Energia interna, calore e temperatura</i>	<ul style="list-style-type: none">• temperatura, equilibri termici;• dilatazione termica;• leggi dei gas;• energia interna, scambi termici (calore e calore specifico);• stati della materia, transizioni di fase.
<i>Elettricità e magnetismo</i>	<ul style="list-style-type: none">• carica elettrica, forza elettrostatica;• conduzione elettrica, tensione, corrente e resistenza;• aspetti energetici (effetto Joule);• magneti, correnti, esempi di forze magnetiche.
<i>Onde e suoni</i>	<ul style="list-style-type: none">• onde trasversali e longitudinali (in corde e molle e sulla superficie di un liquido);• velocità di propagazione, lunghezza d'onda, frequenza;• comportamento ondulatorio: interferenza tra sorgenti puntiformi;• riflessione e trasmissione; sovrapposizione;• onde stazionarie;• caratteri distintivi di un suono e intensità sonora.
<i>Il comportamento della luce</i>	<ul style="list-style-type: none">• propagazione rettilinea e velocità di propagazione;• riflessione e rifrazione, indice di rifrazione;• comportamento ondulatorio: interferenza tra sorgenti puntiformi.

3.2.2. Per la fisica dei modelli

<i>Campi di studio</i>	<i>Argomenti</i>
<i>La meccanica newtoniana: il modello del punto materiale</i>	<ul style="list-style-type: none">• i principi della dinamica;• la quantità di moto;• energia meccanica.
<i>L'interazione a distanza: gravitazione universale</i>	<ul style="list-style-type: none">• sviluppo storico;• leggi di Keplero;• modello di Newton;• sistema planetario.
<i>La fisica dei campi: l'elettromagnetismo</i>	<ul style="list-style-type: none">• interazione coulombiana;• conduzione elettrica;• interazione magnetica;• <i>moto di cariche libere</i>;• <i>induzione elettromagnetica</i>.
<i>L'approccio statistico: dal microscopico al macroscopico</i>	<ul style="list-style-type: none">• agitazione termica;• modello del gas ideale;• calcolo della pressione;• temperatura e energia cinetica media;• calori specifici;• <i>equilibri dinamici</i>.
<i>L'universalità di una legge: il I° ed il II° principio della termodinamica</i>	<ul style="list-style-type: none">• conservazione dell'energia;• trasformazioni termodinamiche;• macchine termiche, cicli termodinamici, rendimento;• <i>processi reversibili e irreversibili, entropia</i>.

<i>Campi di studio</i>	<i>Argomenti</i>
<i>Il modello ondulatorio: l'interferenza</i>	<ul style="list-style-type: none"> • onde meccaniche; • onde elettromagnetiche; • fenomeni di interferenza.
<i>Dal continuo al discreto: struttura della materia e della radiazione</i>	<ul style="list-style-type: none"> • costituzione atomistica; • spettri e struttura atomica; • <i>nucleo e particelle subatomiche;</i> • <i>dualismo onda-corpuscolo.</i>

Per il corso di *scienze sperimentali del terzo anno*, per gli allievi con opzione specifica non scientifica, il percorso scelto attingerà ai seguenti campi di studio: *Acqua e vita; Aria, clima e energia; Limiti; Origini; Natura e tecnologia a confronto; Radioattività; Parametri fisico-chimici del corpo umano; Luce e visione.*

Per una descrizione articolata dei contenuti e dei relativi obiettivi di apprendimento si vedano le tavole riportate nella parte dedicata al corso di *scienze sperimentali del terzo anno* del presente *piano di studio cantonale*.

3.3. Organizzazione dell'insegnamento e scelte metodologiche

L'insegnamento della *fisica* all'interno della *disciplina fondamentale scienze sperimentali* prevede per il primo anno tre ore settimanali per tutti gli allievi, mentre a partire dal secondo anno vi è una differente organizzazione in funzione dell'opzione specifica scelta: tre ore settimanali nel secondo anno per gli allievi che hanno scelto un'opzione specifica scientifica, due ore settimanali nel secondo anno e la presenza integrata con biologia e chimica nel terzo anno per coloro che hanno scelto un'opzione specifica di indirizzo non scientifico. All'interno di questa dotazione oraria, è prevista un'attività di laboratorio per gli allievi, a classi dimezzate, corrispondente complessivamente ad un'ora annuale; è lasciata facoltà alle sedi di concentrarla in un unico anno o di ripartirla sui primi due anni.

Per tutti, comunque, l'insegnamento dovrà articolarsi attorno ai due poli indicati come la *fisica dei fenomeni* e la *fisica dei modelli*, anche se questo non deve essere inteso come un vincolo sulla successione temporale, soprattutto negli istituti dove il laboratorio è distribuito su due anni.

Partendo dal presupposto che l'apprendimento dell'allievo è facilitato dal suo coinvolgimento diretto nelle attività didattiche, è necessario scegliere delle strategie metodologiche che risvegliano interesse e curiosità; particolare attenzione sarà rivolta anche allo sviluppo del pensiero critico dell'allievo nei confronti della costruzione del proprio sapere scientifico. Attraverso l'attività di laboratorio e l'adozione di modalità di lavoro attivo in classe l'allievo viene stimolato a distinguere tra congetture e fatti sperimentali, tra ipotesi e risultati, tra leggi generali e leggi particolari, e a giustificare con coerenza le proprie affermazioni, l'impiego dei vari concetti o l'utilizzo, in una data situazione, di un determinato modello o di una determinata relazione. Il corso di base deve inoltre privilegiare la comprensione degli aspetti fisici dei fenomeni in rapporto alle esperienze che si osservano nella realtà quotidiana; per questo può essere utile ricorrere ad analogie e a modelli semplici che richiedano un formalismo matematico ridotto, lasciando maggiori approfondimenti al corso dell'opzione specifica *Fisica e applicazioni della matematica* e a quello dell'opzione complementare.

Presentare all'allievo la varietà dei fenomeni naturali attraverso la *fisica dei fenomeni* fa parte delle scelte che qualificano il programma del corso di base; il percorso scelto dovrà quindi:

- privilegiare l'aspetto sperimentale, legando l'apprendimento dell'allievo alle attività di laboratorio;
- consentire percorsi articolati attorno ai due concetti fondamentali di leggi di conservazione e di struttura della materia;
- permettere di rimanere aperti alla collaborazione con i corsi di biologia e di chimica.

Il percorso didattico attraverso cui si articolerà la *fisica dei modelli* e l'approccio scelto dovranno:

- valorizzare gli aspetti già affrontati ad un livello più fenomenologico o descrittivo nella *fisica dei fenomeni*;
- permettere l'introduzione e la sistematicizzazione di nuovi argomenti nell'ambito dei modelli che verranno scelti;
- mantenere il carattere sperimentale della disciplina, sottolineando così una delle caratteristiche fondamentali del metodo scientifico.

Il corso di *scienze sperimentali* del terzo anno, per gli allievi con opzione specifica non scientifica, si caratterizza per un'impostazione integrata: esso rappresenta il coronamento dell'insegnamento coordinato dei primi due anni e dovrà permettere di affrontare argomenti di carattere scientifico rilevanti per la loro dimensione formativa e culturale, presentandoli in un'ottica interdisciplinare, favorendo la costruzione attiva delle proprie conoscenze da parte dell'allievo. Nella scelta degli argomenti occorrerà fare riferimento ai concetti acquisiti nei primi due anni nelle tre discipline, uniformare la terminologia e mantenere l'aspetto sperimentale del corso.

3.4. Valutazione

Si prendono in considerazione strategie di valutazione che danno all'allievo la possibilità di valorizzare il proprio apprendimento in relazione all'insieme degli obiettivi dell'insegnamento. Occorre perciò prevedere opportunità diversificate di valutazione, attraverso le quali l'allievo possa dimostrare il livello raggiunto nelle competenze, nonché l'interesse e la disponibilità al lavoro e alle singole attività.

La valutazione terrà conto del lavoro e dell'atteggiamento in classe e in laboratorio, di prove scritte e orali e di lavori eseguiti singolarmente o a gruppi. Per i primi due anni, oltre la nota del primo, del secondo semestre e finale di *Fisica – disciplina fondamentale*, verrà assegnata la nota finale di *scienze sperimentali* concordata con i docenti di biologia e di chimica.

La valutazione avviene sugli obiettivi generali dell'insegnamento fissati al punto 3.1., adattati ai referenti disciplinari scelti nei piani di studio di sede. In particolare, per i singoli campi di studio, si verificherà che l'allievo sappia:

- utilizzare correttamente i termini e il linguaggio disciplinari; conoscere e applicare a situazioni concrete i concetti studiati nonché le relative relazioni fenomenologiche e teoriche (definizioni operative, relazioni empiriche, ecc.);
- collegare i simboli algebrici con le grandezze fisiche che essi rappresentano; illustrare a parole il significato fisico di una legge; indicare situazioni concrete nelle quali si manifestano le leggi e i fenomeni studiati;
- conoscere e applicare correttamente le unità di misura delle varie grandezze e le loro trasformazioni; riconoscere le unità fondamentali e quelle derivate; utilizzare in modo appropriato la simbologia e le cifre significative;
- distinguere tra definizioni di grandezze fisiche (in senso logico-formale) e la loro descrizione sulla base dell'osservazione sperimentale e del senso comune; distinguere tra ca-

-
- rattere sperimentale e speculativo di leggi e principi; distinguere tra ipotesi, congettura, risultato sperimentale;
 - distinguere le grandezze scalari da quelle vettoriali e applicare le strutture matematiche che le caratterizzano; distinguere qualitativamente dal punto di vista del comportamento fisico le grandezze estensive dalle grandezze intensive;
 - descrivere a parole lo svolgimento di semplici processi fisici; individuare le grandezze fisiche che intervengono nello studio di un fenomeno; generalizzare una legge particolare ad un ambito più esteso; prevedere la dipendenza di un fenomeno da determinati parametri;
 - applicare il concetto di sistema fisico, riconoscendo le grandezze che lo descrivono e interpretando i processi naturali sulla base delle interazioni che avvengono all'interno del sistema e/o degli scambi che intercorrono con l'ambiente circostante;
 - risolvere numericamente problemi chiusi; stimare l'ordine di grandezza delle quantità cercate; indicare se le informazioni a disposizione sono sufficienti per la risoluzione del problema proposto;
 - affrontare e impostare in modo coerente la soluzione di un determinato problema: illustrare il metodo seguito, dare gli opportuni riferimenti ai principi e alle leggi generali impiegati, interpretare e commentare i risultati;
 - descrivere le caratteristiche essenziali dei modelli studiati; riconoscere nella situazione reale gli elementi che permettono l'applicazione di un dato modello;
 - adattare leggi generali al caso particolare; scegliere il modello adatto alla situazione particolare; utilizzare più modelli per descrivere una medesima situazione; applicare o estendere per analogia un dato modello; indicare le ragioni che, in una determinata situazione, impongono l'abbandono di un dato modello;
 - conoscere e saper utilizzare strumenti di misura di alcune grandezze fisiche rilevanti; descrivere il principio che sta alla base del loro funzionamento;
 - pianificare un esperimento reale o concettuale per la confutazione di un'ipotesi o per decidere tra due ipotesi; valutare cosa è essenziale e cosa è trascurabile; eseguire le necessarie semplificazioni; valutare la realizzabilità di un esperimento;
 - conoscere l'evoluzione dei concetti e dei modelli impiegati per la descrizione di determinati fenomeni;
 - cogliere i nessi trasversali tra tematiche affini e stabilire analogie; applicare per analogia procedimenti studiati in situazioni nuove; riconoscere gli aspetti interdisciplinari.

4. **Chimica**

All'interno delle discipline di scienze sperimentali presenti nel curriculum liceale, la chimica si presenta come scienza che studia la materia e le sue trasformazioni, assumendo un ruolo di importanza fondamentale per la comprensione dei fenomeni naturali. Le conoscenze chimiche consentono di controllare queste manifestazioni e di agire su di esse, di inventare trasformazioni e di sintetizzare nuove sostanze che trovano applicazione nei più svariati settori. La chimica rappresenta anche un nodo di comunicazione tra il semplice e il complesso, tra il macroscopico e il microscopico, tra le leggi della fisica e quelle del mondo vivente, tra la sfera della speculazione e quella dell'applicazione.

4.1. Finalità formative e obiettivi dell'insegnamento

Nell'ambito delle finalità formative delle scienze sperimentali, il corso di *chimica – disciplina fondamentale* deve consentire all'allievo di:

- formarsi un'idea generale della costruzione scientifica della chimica (campi di studio, metodologia e finalità) e dei suoi rapporti con le altre discipline sperimentali (individuando aspetti che le rendono discipline affini, o che le differenziano);
- comprendere il ruolo dell'approccio sperimentale nella pratica scientifica, sia come punto di partenza per l'elaborazione di concetti, di leggi e di teorie, sia come strumento di verifica delle concezioni e di controllo delle previsioni fornite;
- comprendere il valore e la necessità del rigore scientifico e abituarsi al ragionamento logico, riconoscendo con chiarezza il significato dei singoli passi compiuti nel processo di costruzione e di affinamento di una determinata legge o di un determinato modello; comprendere l'utilità ed i limiti dell'introduzione di una descrizione quantitativa dei fenomeni;
- maturare il significato di scienza come conoscenza condivisa e la consapevolezza che essa è soggetta ad un continuo lavoro di affinamento: conoscere in qualche situazione specifica l'evoluzione storica dei concetti e dei modelli impiegati e alcuni esempi concreti dove la conoscenza attuale non può essere ritenuta che provvisoria; conoscere situazioni in cui la pluralità delle opinioni rappresenta un arricchimento, abituarsi al rispetto e alla tolleranza verso idee e interpretazioni diverse dalle proprie;
- riconoscere che la chimica, come le altre discipline scientifiche, svolge un duplice ruolo (sia culturale che tecnologico); sviluppare un atteggiamento critico, in grado di valutare le implicazioni che le conoscenze scientifiche e le loro applicazioni possono avere in campo etico, sociale, politico, economico e ambientale;
- sviluppare curiosità, interesse e piacere per l'osservazione e l'interpretazione dei fenomeni del mondo che ci circonda; apprezzare la bellezza e l'alto potere speculativo della logica simbolica usata per la descrizione dell'architettura molecolare.

Nei singoli ambiti, il corso di *chimica – disciplina fondamentale* deve consentire all'allievo di:

- scoprire come attraverso lo studio qualitativo e quantitativo delle proprietà fisiche e chimiche della materia sia possibile giungere al concetto di sostanza pura, di composto e di elemento;
- utilizzare le formule chimiche per esprimere la composizione qualitativa e quantitativa delle sostanze;
- classificare e ordinare sostanze in base alla loro composizione e alle loro proprietà;
- conoscere il modello corpuscolare della materia e applicarlo per interpretare e prevedere le proprietà delle sostanze;
- rappresentare attraverso modelli basati sulla simbologia chimica la geometria delle strutture molecolari e dei cristalli;
- individuare e classificare le trasformazioni chimiche;
- descrivere una reazione mediante un'equazione chimica e saper utilizzare questa descrizione per ricavare dei dati quantitativi;
- sapere che le reazioni chimiche sono sempre accompagnate da variazioni energetiche;
- riconoscere che la velocità di una reazione chimica è influenzata da diversi fattori;
- riconoscere che i sistemi chimici tendono verso uno stato di equilibrio dinamico, le cui proprietà macroscopiche possono essere modificate attraverso interventi esterni;
- prendere coscienza che la chimica contribuisce sia allo sviluppo di attività essenziali dell'uomo sia alla produzione di numerosi beni di consumo quotidiano e trova applicazione nella soluzione di problemi di carattere ambientale.

Per gli allievi che hanno scelto un'opzione non scientifica, nel terzo anno, all'interno degli obiettivi comuni del corso di scienze sperimentali, volto all'approfondimento e all'allargamento delle conoscenze in chiave interdisciplinare, l'apporto della chimica avrà cura di:

- mantenere l'approccio sperimentale;
- sottolineare l'importanza del formalismo chimico per descrivere e interpretare fenomeni in ambiti nuovi e più complessi;
- applicare leggi e principi fondamentali della chimica in un contesto interdisciplinare.

4.2. Campi e argomenti

Il corso di *chimica – disciplina fondamentale* affronta lo studio della composizione, delle proprietà, della struttura e delle trasformazioni della materia. I principi generali troveranno poi una loro applicazione ed esemplificazione in temi trasversali, quali la chimica dell'ambiente, la chimica del mondo vivente, la chimica applicata e la chimica industriale.

4.2.1. Proprietà della materia

<i>Campi di studio</i>	<i>Argomenti</i>
<i>Composizione</i>	<ul style="list-style-type: none"> • miscugli e sostanze pure • metodi e tecniche di separazione e di miscelazione • tipi di miscele • composti ed elementi • composizione quantitativa dei composti • composizione quantitativa delle miscele
<i>Proprietà fisiche e chimiche delle sostanze pure</i>	<ul style="list-style-type: none"> • grandezze fisiche e loro misura • stati di aggregazione e passaggi di stato • lo stato gassoso • classificazione delle sostanze pure in base alle proprietà fisiche • classificazione delle sostanze pure in base alle proprietà chimiche • aspetti qualitativi della solubilità dei sali e delle altre sostanze
<i>Proprietà periodiche degli elementi</i>	<ul style="list-style-type: none"> • sviluppo storico della classificazione degli elementi • proprietà degli elementi dei gruppi principali • variazione di alcune proprietà (carattere metallico, energia di ionizzazione, elettronegatività, dimensioni ioniche e atomiche, numeri di ossidazione)

4.2.2. Struttura della materia

<i>Campi di studio</i>	<i>Argomenti</i>
Atomi, molecole, ioni	<ul style="list-style-type: none"> • teoria atomica: da Dalton al modello atomico a «gusci» • massa atomica • numero atomico, numero di massa, isotopia • decadimenti radioattivi naturali • molecole e teoria di Avogadro, massa molecolare • teoria ionica di Arrhenius

III. Il settore matematica e scienze sperimentali

<i>Campi di studio</i>	<i>Argomenti</i>
<i>Simbologia, formule chimiche</i>	<ul style="list-style-type: none">• simboli, formula minima, formula molecolare, formula di struttura• isomeria• nomenclatura
<i>Legame chimico</i>	<ul style="list-style-type: none">• legame ionico• legame covalente• legame metallico (mare di elettroni)• interazioni molecolari• geometria molecolare (VSEPR)
<i>Struttura delle sostanze allo stato solido</i>	<ul style="list-style-type: none">• sostanze ioniche• sostanze molecolari• sostanze covalenti• sostanze metalliche• sostanze macromolecolari

4.2.3. Trasformazioni della materia

<i>Campi di studio</i>	<i>Argomenti</i>
<i>Equazioni chimiche e stechiometria</i>	<ul style="list-style-type: none">• reazione chimica• legge di conservazione della massa• tipi principali di reazioni organiche e inorganiche• equazioni chimiche• calcoli relativi a moli, masse e volumi di gas o di soluzioni• reagente limitante• titolazioni
<i>Termodinamica chimica</i>	<ul style="list-style-type: none">• calore di reazione, calorimetria• entalpia di reazione• legge di Hess• entalpia standard di formazione• spontaneità dei processi chimici (a livello qualitativo)
<i>Cinetica chimica</i>	<ul style="list-style-type: none">• misura e espressione della velocità di reazione• fattori che influenzano la velocità di reazione• teoria delle collisioni (qualitativamente)• energia di attivazione e catalisi
<i>Equilibri</i>	<ul style="list-style-type: none">• equilibri di fase (qualitativamente)• equilibri di solubilità (qualitativamente)• equilibri chimici: descrizione macroscopica e microscopica• legge dell'azione di massa, costante d'equilibrio• semplici calcoli sulla composizione di un sistema all'equilibrio• calcoli di una resa• fattori che influenzano l'equilibrio chimico (qualitativamente)• acidi e basi secondo Arrhenius e Brönsted• equilibri acido-base (K_w, K_a, K_b)• scala del pH• calcoli del pH di soluzioni di acidi forti e di basi forti• indicatori acido-base• soluzioni tampone

<i>Campi di studio</i>	<i>Argomenti</i>
<i>Processi elettrochimici</i>	<ul style="list-style-type: none"> • elettricità e processi redox • celle elettrolitiche • celle elettrochimiche • potenziali standard di cella • batterie • corrosione dei metalli

4.2.4. Problematiche e applicazioni

<i>Campi di studio</i>	<i>Argomenti</i>
<i>La chimica delle acque, dell'aria e del suolo</i>	<ul style="list-style-type: none"> • acque degli oceani: composizione e proprietà • acque dolci: trattamenti per la potabilizzazione • trattamenti di acque luride • composizione del terreno e fertilità • contaminazioni e bonifiche • composizione dell'atmosfera • inquinamento atmosferico • cicli biogeochimici
<i>Mondo vivente</i>	<ul style="list-style-type: none"> • sostanze naturali: composizione, struttura, derivati e cicli • alimentazione
<i>Processi industriali</i>	<ul style="list-style-type: none"> • petrolchimica • metallurgia • chimica di base • chimica fine • polimeri • metodi di ricerca e sviluppo

Per il corso di scienze sperimentali del terzo anno, per gli allievi con opzione specifica non scientifica, il percorso scelto attingerà ai seguenti campi di studio: *Acqua e vita; Aria, Clima e energia; Limiti; Origini; Natura e tecnologia a confronto; Radioattività; Parametri fisico-chimici del corpo umano; Luce e visione.*

Per una descrizione articolata dei contenuti e dei relativi obiettivi di apprendimento si vedano le tavole riportate nella parte dedicata al corso di *scienze sperimentali del terzo anno* del presente *piano di studio cantonale*.

4.3. **Organizzazione dell'insegnamento e scelte metodologiche**

All'interno della dotazione oraria, è prevista un'attività di laboratorio a classe dimezzata: è lasciata facoltà alle sedi di concentrarla in un unico anno o di ripartirla sui primi due anni. In tutti e due i casi, l'attività di laboratorio costituisce una metodologia fondamentale per tutto il corso di chimica: in questo contesto è quindi data maggiore rilevanza al metodo piuttosto che ai contenuti, intendendo per metodo l'acquisizione di informazioni dalle attività sperimentali o da altre fonti, lo sviluppo di processi deduttivi o induttivi, la capacità di comunicare e di discutere dei risultati.

È compito delle sedi fissare il proprio percorso didattico. Sull'arco del biennio dovranno essere affrontati tutti i campi di studio elencati nella tabella. È data la libertà al docente di svilupparli con grado di approfondimento diverso; per almeno uno di questi la trattazione dovrebbe essere più estesa al fine di mettere in evidenza la complessità dell'approccio scientifico.

4.4. Valutazione

Si prendono in considerazione strategie di valutazione che danno all'allievo la possibilità di valorizzare il proprio apprendimento in relazione agli obiettivi d'insegnamento. Occorre perciò prevedere opportunità diversificate di valutazione attraverso le quali dimostrare il livello delle competenze, nonché l'interesse e la disponibilità al lavoro e alle singole attività.

La valutazione terrà conto di prove scritte e orali, del lavoro svolto in laboratorio e di lavori eseguiti singolarmente o a gruppi.

In particolare, nell'ambito delle singole tematiche, si verificherà che l'allievo sappia:

- osservare in modo accurato e descrivere con linguaggio chiaro e rigoroso le proprietà della materia e le sue trasformazioni;
- definire correttamente termini e grandezze di carattere chimico e applicarli in modo appropriato;
- stabilire relazioni quantitative tra le grandezze fondamentali e tra le loro unità di misura;
- utilizzare terminologia e simboli propri della chimica per la descrizione e l'interpretazione dei fenomeni, per stabilire relazioni qualitative tra proprietà macroscopiche e modelli microscopici e per ricavare dati quantitativi;
- mettere in pratica il metodo scientifico attraverso la riproduzione e l'osservazione dei fenomeni in condizioni sperimentali, la misurazione di grandezze fisiche e chimiche, la formulazione di leggi e ipotesi;
- trovare relazioni tra esperienze quotidiane e di laboratorio e conoscenze teoriche;
- realizzare individualmente esperienze di laboratorio con l'aiuto di semplici attrezzature e di istruzioni operative;
- redigere rapporti sulle attività di laboratorio, comunicare e discutere risultati;
- comprendere informazioni su argomenti che riguardano la chimica nei suoi molteplici aspetti, discuterle in modo critico e assumere, nei loro confronti, una posizione fondata su conoscenze specifiche;
- individuare le relazioni tra le conoscenze e i metodi della chimica e quelle delle altre scienze sperimentali.

5. **Biologia**

La biologia si occupa del fenomeno della vita sulla Terra nella varietà delle sue espressioni, nella sua complessità e globalità. L'accento viene posto sull'esistenza, per tutte le manifestazioni vitali, di una fitta rete di interazioni materiali, energetiche e informazionali, di natura retroattiva, che avvengono tra le numerose componenti abiotiche e biotiche della natura.

In particolare si sottolinea come la vita sia organizzata in sistemi complessi con struttura gerarchica nei quali le entità di un livello sono combinate a quello superiore in nuove entità con proprietà emergenti che non possono essere dedotte nemmeno dalla più completa conoscenza delle loro singole componenti.

Affrontare i fenomeni biologici significa anche considerare i condizionamenti dovuti ai fattori tempo e spazio. Nonostante l'apparente ripetitività di molti processi biologici, gli organismi e i programmi genetici che li regolano sono entità uniche e mutevoli, sottoposte a continui, e talvolta drastici, cambiamenti dalla nascita alla morte e all'azione della selezione naturale.

A questo proposito la biologia può essere suddivisa nello studio delle cause prossime (biologia funzionale) e in quello delle cause ultime o evolutive (biologia evoluzionistica).

Lo studio della biologia liceale evidenzia anche la particolare posizione dell'uomo nella natura: esso, oltre che oggetto biologico, è anche portatore di una proprietà emergente, la «cultura», la cui espressione influisce in modo sempre più marcato sui meccanismi della vita e sulla biosfera.

Affrontare lo studio della biologia a livello liceale vuol dire, infine, adottare il suo metodo d'indagine che non può essere solamente di natura sperimentale, ma è anche osservativo-descrittivo e comparativo: considerato che le entità biologiche non sono mai identiche e che gli organismi viventi sono sistemi complessi, i biologi organizzano abitualmente le loro generalizzazioni in modelli concettuali, piuttosto che in leggi, rielaborano e raffinano concetti e principi già acquisiti e ne sviluppano di nuovi.

5.1. Finalità formative e obiettivi dell'insegnamento

Nell'ambito delle finalità formative delle scienze sperimentali, il corso di *biologia – disciplina fondamentale* deve consentire all'allievo di:

- formarsi un'idea generale della costruzione scientifica che va sotto il nome di «biologia» (per esempio campi di studio, metodologia, finalità, implicazioni etiche e sociali) e dei suoi rapporti con le altre discipline sperimentali (aspetti che rendono le discipline affini, aspetti che le differenziano);
- comprendere il ruolo dell'approccio sperimentale nella pratica scientifica, sia come punto di partenza per l'elaborazione di concetti, sia come strumento di verifica delle concezioni e delle ipotesi formulate;
- maturare il significato di scienza come conoscenza condivisa e la consapevolezza che essa è soggetta ad un continuo lavoro di affinamento: conoscere in qualche situazione specifica l'evoluzione storica dei concetti e dei modelli impiegati e alcuni esempi concreti dove la conoscenza attuale non può essere ritenuta che provvisoria; conoscere situazioni in cui la pluralità delle opinioni rappresenta un arricchimento, abituarsi al rispetto e alla tolleranza verso idee e modi di vedere diversi dal proprio;
- comprendere il valore e la necessità del rigore scientifico, del ragionamento logico e del processo di continuo affinamento dei concetti e dei modelli elaborati;
- familiarizzarsi, utilizzando i concetti di base, con le recenti applicazioni della biologia, per mezzo delle quali l'uomo è parzialmente o totalmente in grado di dominare la riproduzione, l'informazione genetica e quella nervosa, e con le relative implicazioni etiche, sociali ed economiche come il miglioramento della produzione agro-alimentare e farmacologica che le nuove biotecnologie promettono;
- rendersi conto, grazie alle conoscenze biologiche di base, degli effetti che le attività umane hanno sulla salute in particolare, sugli ecosistemi e sulla biodiversità in generale;
- dare significato ai concetti di integrazione tra le componenti dei diversi livelli di organizzazione della materia nei viventi, gerarchicamente strutturati tra loro, di informazione nei processi vitali, di evoluzione degli organismi viventi e di evoluzione culturale dell'uomo;
- porsi di fronte alla natura riconoscendone il valore intrinseco in quanto tale.

Il corso di *biologia* deve consentire agli allievi di conseguire i seguenti obiettivi, e cioè di sapere:

- descrivere le principali interazioni fra le varie componenti della natura e tra i vari livelli di organizzazione nei quali si manifesta il fenomeno vita, dalle macromolecole, alle cellule, agli organismi, fino alla biosfera;
- riconoscere e descrivere l'organizzazione dei viventi strutturati gerarchicamente come sistemi aperti, complessi, regolati da programmi genetici che si manifestano a dipendenza delle condizioni ambientali;
- riconoscere il ruolo del tempo e dello spazio nello sviluppo di ogni individuo e nell'evoluzione delle specie e delle comunità nell'ambiente;
- individuare e argomentare quali attività umane possono incidere sui meccanismi della vita a livello molecolare, cellulare, dell'organismo e dell'ecosistema.

Operativamente l'allievo deve essere capace di:

- scoprire (grazie al sapere che possiede è capace di acquisire nuove conoscenze e altri metodi), osservare (sa cosa e come guardare ed è in grado di confrontare mentalmente ciò che osserva con ciò che conosce) e descrivere (con varie metodologie e tecniche) oggetti, situazioni e processi;

- raccogliere, conservare, ordinare e determinare organismi; usare e elaborare criteri di classificazione;
- utilizzare correttamente strumenti meccanici, ottici ed elettronici usati in biologia;
- formulare congetture e ipotesi e verificare quest'ultime secondo una metodologia scientifica;
- effettuare esperienze significative con organismi viventi, ossia pianificarle, realizzarle e descriverle adeguatamente; verificare e interpretare i risultati ottenuti; considerare criticamente metodi, risultati e interpretazioni;
- utilizzare, sperimentare e ideare modelli;
- capire e interpretare le varie forme del linguaggio scientifico.

L'allievo deve inoltre:

- assumere atteggiamenti scientificamente coerenti e responsabili nei confronti degli organismi viventi e dell'ambiente naturale. Ciò deve portare al rispetto della vita nella convinzione che anche l'uomo fa parte della natura;
- mostrare curiosità e essere disponibile verso idee e logiche diverse dalle proprie, offrendo spunti di discussione e considerazioni su cui riflettere;
- essere consapevole dei propri limiti psicofisici e assumere un atteggiamento equilibrato nei confronti del proprio e dell'altrui stato di salute o di malattia;
- conservare e coltivare il piacere e l'interesse sia per la natura, sapendone cogliere anche gli aspetti estetici, macro- e microscopici, sia per la conoscenza scientifica.

Per gli allievi che hanno scelto un'opzione specifica non scientifica, nel terzo anno, all'interno del corso di scienze sperimentali, il perseguimento degli obiettivi della biologia continua nell'ambito di una visione più integrata di campi di studio comuni anche alla chimica e alla fisica.

5.2. Campi e argomenti

<i>Campi di studio</i>	<i>Argomenti</i>
<i>Interazioni fra le componenti di un ambiente naturale</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>relazioni fra componenti abiotiche nell'aria, nell'acqua e nel suolo</i>: condizioni materiali ed energetiche che determinano le caratteristiche dell'ambiente e che influenzano lo svolgersi della vita (per esempio ciclo dell'acqua, irraggiamento, evaporazione, riscaldamento aria, acqua e suolo, erosione, correnti); • <i>relazioni fra componenti abiotiche e biotiche</i>: adattamenti all'ambiente (esempi di forma e funzionamento degli organismi uni- e pluricellulari), utilizzo delle risorse ambientali materiali ed energetiche (autotrofia ed eterotrofia), esempi di trasformazione dell'ambiente da parte degli organismi, di condizionamenti sugli organismi da parte delle variazioni ambientali giornaliere e stagionali; • <i>relazioni fra componenti biotiche</i>: relazioni trofiche, catene e reti alimentari, simbiosi, competizione.
<i>Organizzazione e funzionamento degli ecosistemi</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>concetto e modello di ecosistema</i>: cicli della materia, flussi energetici, interazioni tra popolazioni di organismi; significato della biodiversità e importanza degli equilibri e squilibri ambientali.

<i>Campi di studio</i>	<i>Argomenti</i>
<i>Interazioni fra le attività umane e l'ambiente</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>uso e gestione delle risorse ambientali</i> (per esempio acqua, bosco, caccia, pesca); • <i>salvaguardia della biodiversità</i> (ad esempio per mezzo di zone di protezione, di tecniche di produzione rispettose dell'ambiente, di norme legislative); • <i>inquinamenti e possibili misure di contenimento e di risanamento</i> (per esempio dell'aria, dell'acqua o del suolo).
<i>Interventi dell'uomo nei meccanismi della vita</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>biotecnologie</i>: utilizzo di organismi e di microrganismi per la produzione di beni di consumo, selezione di varietà animali e vegetali; benefici e rischi di una produzione di massa in relazione ai complessi equilibri naturali, ed eticamente responsabile nei confronti degli organismi viventi; • <i>ingegneria genetica</i>: produzione di organismi geneticamente modificati, utilità e problematiche in campo agro-alimentare e medico, incognite derivanti dalla diffusione nell'ambiente di organismi transgenici, prospettive di sviluppo; • <i>tecnologie riproduttive</i> (per esempio procreazione assistita, clonazione).
<i>Salute e malattia</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>organizzazione del corpo umano come sistema complesso</i>: gerarchia di componenti interagenti, dalle macromolecole agli apparati; • <i>omeostasi</i>: ruolo della regolazione chimica, nervosa, ormonale e immunitaria; • <i>principali cause di malattia</i> (per esempio genetiche, ambientali, infettive, da disfunzioni di regolazione); • <i>possibili terapie e prevenzione</i>: terapie farmacologiche e non, vaccinazioni e igiene.
<i>Dai meccanismi di regolazione biologica</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>reattività negli organismi a vari livelli di organizzazione alla mente umana della vita</i>: dai meccanismi molecolari, ai comportamenti degli organismi vegetali e animali, fino alle peculiarità umane.

Per il corso di *scienze sperimentali del terzo anno*, per gli allievi che non hanno scelto un'opzione specifica scientifica, il percorso scelto attingerà ai seguenti campi di studio: *Acqua e vita; Aria, clima e energia; Limiti; Origini; Natura e tecnologia a confronto; Radioattività; Parametri fisico-chimici del corpo umano; Luce e visione.*

Per una descrizione articolata dei contenuti e dei relativi obiettivi di apprendimento si vedano le tavole riportate nella parte dedicata al corso di *scienze sperimentali del terzo anno del piano di studio cantonale.*

5.3. Organizzazione dell'insegnamento e scelte metodologiche

All'interno della dotazione oraria della biologia è prevista un'attività di laboratorio a classi dimezzate, corrispondente complessivamente ad un'ora annuale; è lasciata facoltà alle sedi di concentrarla in un unico anno oppure di ripartirla sui primi due anni. Per realizzare questo piano di studio è necessario che ogni docente, nell'ambito di un coordinamento nella propria sede, elabori un percorso didattico che permetta di raggiungere le finalità formative e gli obiettivi dell'insegnamento sopra indicati.

Nella prima parte del corso, prendendo lo spunto da situazioni ambientali complesse, si metterà l'accento sulle interazioni a livello degli organismi nell'ecosistema, con un approccio prevalentemente macroscopico, descrittivo e comparativo, avvalendosi di un'importante componente sperimentale.

In seguito l'orientamento del corso deve spostarsi maggiormente sul piano esplicativo mediante l'uso degli strumenti concettuali e delle costruzioni teoriche rappresentate dai modelli. Oggetto di questa operazione sarà la biologia nel mondo attuale fortemente influenzato dall'uomo. Gli organismi e gli ecosistemi resteranno beninteso al centro dell'interesse, ma una maggiore attenzione al livello cellulare e l'approccio anche a quello molecolare consentiranno di acquisire nuove visioni del fenomeno vita. L'utilizzazione sempre maggiore di strumenti concettuali e tecnici forniti dalla chimica e dalla fisica deve portare a una visione integrata del vivente in modo da far emergere dall'infinita diversità individuale l'unità di composizione chimica, di struttura e funzionamento cellulare, l'universalità dell'informazione genetica e dei meccanismi evolutivi.

Per ogni campo di studio trattato, adottando un repertorio didattico diversificato, è necessario proporre gli argomenti all'interno di situazioni complesse, operando necessariamente delle scelte esemplari per quanto riguarda l'elaborazione più dettagliata.

Partendo dal presupposto che l'apprendimento dell'allievo è facilitato dal suo coinvolgimento diretto nelle attività didattiche, è opportuno prevedere anche al di fuori del laboratorio modalità di lavoro attivo, sia individuali che in gruppo, che favoriscano nell'allievo la costruzione del proprio sapere scientifico e stimolino lo sviluppo del pensiero critico.

Questo piano di studio è indirizzato sia agli allievi che non frequenteranno un'opzione specifica scientifica sia a quelli con un curriculum scientifico. Per questi ultimi, nel secondo anno, la maggiore dotazione oraria in biologia, chimica e fisica consentirà di svolgere in modo più approfondito, più ampio e più integrato i campi di studio scelti.

Il corso di *scienze sperimentali* del terzo anno, per gli allievi che non hanno scelto un'opzione specifica scientifica, si caratterizza per un'impostazione integrata: esso rappresenta la logica conclusione dell'insegnamento coordinato dei primi due anni e dovrà permettere di affrontare argomenti di carattere scientifico rilevanti per la loro dimensione formativa e culturale, presentandoli in un'ottica interdisciplinare, favorendo la costruzione attiva delle proprie conoscenze da parte dell'allievo. Nello svolgimento degli argomenti occorrerà fare riferimento ai concetti acquisiti nei primi due anni nelle tre discipline, uniformare la terminologia e mantenere l'aspetto sperimentale del corso.

5.4. Valutazione

Considerata la portata delle competenze che si vogliono valutare, si devono prendere in considerazione strategie di valutazione che danno all'allievo la possibilità di valorizzare il proprio apprendimento in relazione ai vari obiettivi. Occorre perciò prevedere opportunità diversificate di valutazione attraverso le quali dimostrare il livello delle competenze, nonché l'interesse e la disponibilità al lavoro e alle singole attività.

La valutazione terrà conto di prove scritte e orali, del lavoro svolto in laboratorio e di lavori eseguiti singolarmente o a gruppi.

La valutazione avviene sugli obiettivi generali dell'insegnamento, adattati ai referenti disciplinari scelti nel piano di studio di sede. In particolare, per i singoli campi di studio, si verificherà che l'allievo sappia:

- utilizzare correttamente i termini e il linguaggio disciplinari;
- descrivere correttamente i fenomeni e i concetti biologici trattati;
- usare gli strumenti di laboratorio;

III. Il settore matematica e scienze sperimentali

- eseguire correttamente semplici procedure e tecniche per rilevare fenomeni biologici, per raccogliere e identificare organismi ecc.;
- applicare i metodi dell'indagine biologica per verificare o confutare ipotesi formulate personalmente;
- redigere rapporti sulle attività pratiche realizzate, comunicare e analizzare risultati, tentare interpretazioni;
- pianificare un esperimento reale o concettuale per decidere tra due ipotesi; valutare cosa è essenziale e cosa è trascurabile;
- riconoscere gli oggetti biologici nelle complesse situazioni naturali;
- riconoscere e applicare i concetti e i principi biologici trattati nelle situazioni complesse reali;
- distinguere tra cause prossime e cause evolutive dei fenomeni biologici;
- cogliere i nessi trasversali tra tematiche affini e stabilire analogie; applicare per analogia procedimenti studiati in situazioni nuove; riconoscere gli aspetti interdisciplinari;
- intuire o prevedere scenari possibili nell'«evoluzione» di determinate realtà biologiche.

6. **Scienze sperimentali**

Disciplina fondamentale – Corso integrato del terzo anno di biologia, chimica e fisica

Per gli allievi che seguono un'opzione specifica non scientifica, l'insegnamento delle *scienze sperimentali* si conclude nel terzo anno con un corso integrato di biologia, chimica e fisica, che sviluppa alcuni campi di studio in un'ottica interdisciplinare: il carattere innovativo del corso, evidenziato nella sua impostazione, nei suoi obiettivi e nell'elenco dei campi di studio proposti, rappresenta la logica conclusione dell'insegnamento coordinato delle tre discipline sperimentali. In particolare l'attività svilupperà argomenti rilevanti per la loro dimensione formativa e culturale, cercando di affiancare agli approcci monodisciplinari nuove visioni multidisciplinari della scienza.

6.1. Finalità formative e obiettivi dell'insegnamento

Il corso vuole cogliere e rendere significative le molte forme che può assumere l'interazione tra le discipline biologia, chimica e fisica, in particolare dando la possibilità all'allievo di individuare e capire meglio le complesse relazioni che la scienza intrattiene con la realtà della vita di tutti i giorni.

Gli argomenti proposti dovranno essere quindi ricchi di implicazioni ambientali, etiche, sociali ed economiche; essi dovranno pure mettere in evidenza come le tre discipline scientifiche costruiscono le loro conoscenze (differenze epistemologiche), quali sono i rapporti che si creano tra loro e come, in generale, la conoscenza evolve incessantemente nel tempo (storia della conoscenza scientifica).

Nell'ambito delle finalità formative delle *scienze sperimentali – disciplina fondamentale*, il corso integrato del terzo anno deve consentire all'allievo di:

- applicare conoscenze delle diverse discipline sperimentali per analizzare realtà, fatti e fenomeni che favoriscono un approccio interdisciplinare;
- riconoscere e usare le proprie competenze nell'ambito delle scienze sperimentali per affrontare in modo critico realtà, problemi e sfide della società attuale;
- riconoscere che molti fenomeni fanno parte di una realtà complessa e devono essere studiati contemporaneamente da parecchi punti di vista per averne una visione più significativa e riutilizzabile per altre necessità;
- riconoscere le numerose interazioni tra scienza e tecnologia;
- riconoscere che le conoscenze scientifiche e le loro applicazioni possono avere implicazioni ambientali, etiche, sociali ed economiche;
- riconoscere come una decisione relativa a problemi di natura scientifica possa comportare spesso effetti contrastanti su piani diversi, effetti che vanno analizzati e confrontati in un bilancio suscettibile di variazioni nel tempo;
- scoprire come dietro alle applicazioni tecnologiche e ai metodi sperimentali di indagine si celino spesso principi scientifici relativamente semplici, accessibili anche a non specialisti;
- riconoscere che il metodo sperimentale, attraverso gli aspetti quantitativi, porta a una conoscenza più approfondita dei fenomeni considerati.

6.2. Referenti disciplinari

<i>Campi di studio</i>	<i>Argomenti</i>
<i>Acqua e vita</i>	<ul style="list-style-type: none"> • relazioni tra le proprietà chimico-fisiche dell'acqua e la vita; • ciclo dell'acqua sulla Terra; • la vita negli ambienti d'acqua dolce e negli ambienti marini; • acqua potabile e vita umana.
<i>Aria, clima e energia</i>	<ul style="list-style-type: none"> • l'effetto serra; • l'andamento della temperatura e della pressione con l'altitudine e le diverse regioni dell'atmosfera; • condizioni climatiche; • composizione dell'aria a livello del mare e nelle regioni esterne; • l'ozonosfera; processi fotochimici; • l'atmosfera come barriera difensiva contro le radiazioni cosmiche; protezione dalle radiazioni, loro effetto sugli organismi viventi (mutazioni); • i costituenti secondari della troposfera e i loro effetti a concentrazioni elevate.

<i>Campi di studio</i>	<i>Argomenti</i>
<i>Limiti</i>	<ul style="list-style-type: none"> • i limiti della crescita della popolazione; • i limiti dello sfruttamento delle risorse energetiche; • i limiti delle prestazioni fisiche dell'uomo; • il limite del continuo: ossia la natura discreta della materia e dell'energia; • i limiti delle osservazioni sperimentali.
<i>Origini</i>	<ul style="list-style-type: none"> • le origini della vita; • le origini dell'universo; • le origini dei sistemi complessi.
<i>Natura e tecnologia a confronto</i>	<ul style="list-style-type: none"> • trasformazione di energia e rendimenti energetici; • riciclaggio dei rifiuti; • conservazione degli alimenti; • trasmissione di segnali e di informazioni; • dagli enzimi al catalizzatore delle automobili; • quando la tecnologia imita la natura.
<i>Radioattività</i>	<ul style="list-style-type: none"> • vivere con la radioattività; • sulle tracce degli atomi; • radioattività e conoscenza della struttura della materia; • energia dai nuclei atomici; • la gestione delle scorie radioattive; • la datazione nella storia della Terra e dell'umanità.
<i>Parametri fisico-chimici del corpo umano</i>	<ul style="list-style-type: none"> • misura di un parametro corporeo; • significato dei valori misurati in un contesto specifico e/o generale; • controindicazioni legate alla metodologia di misurazione; • variazioni dei parametri corporei in condizioni estreme.
<i>Luce e visione</i>	<ul style="list-style-type: none"> • colori; • natura della luce (ondulatoria/corpuscolare); • analogie e differenze tra le radiazioni dello spettro elettromagnetico; • luce come veicolo di energia; • luce come informazione; • radiazione non visibile: vedere oltre.

6.3. Organizzazione dell'insegnamento e scelte metodologiche

Il carattere innovativo del corso, evidenziato nella sua impostazione, nei suoi obiettivi e nell'elenco dei campi proposti, presuppone un intenso lavoro d'équipe da parte dei docenti. I gruppi di materia di sede allestiranno i relativi piani di istituto scegliendo 2 o 3 campi di studio tra quelli proposti.

Al momento della definizione dei piani di lavoro di sede si dovranno tenere in considerazione i seguenti aspetti:

- la necessità di mantenere il carattere sperimentale del corso, da realizzare con attività pratiche da parte degli allievi là dove è possibile;
- la definizione di un catalogo di concetti di base già acquisiti nei primi due anni nelle tre discipline;
- la necessità di uniformare fra i tre docenti la terminologia che verrà adottata.

III. Il settore matematica e scienze sperimentali

In ogni caso si dovrà dare la massima importanza ad una metodologia didattica basata sulla costruzione delle conoscenze da parte dell'allievo e non su una sequenza di informazioni trasmesse frontalmente.

6.4. Valutazione

Per questo corso è prevista l'assegnazione di una nota unica di *scienze sperimentali* al termine di ogni semestre sulla base degli obiettivi dell'insegnamento.

Analogamente ai corsi di biologia, di chimica e di fisica del primo biennio, si devono prevedere strategie di valutazione diversificate che diano all'allievo la possibilità di valorizzare il proprio apprendimento, di dimostrare il livello raggiunto nelle competenze interdisciplinari e l'interesse per la materia. La valutazione sommativa è concepita secondo forme variate quali ad esempio presentazioni scritte e/o orali di approfondimenti tematici o di attività di laboratorio, produzioni di modelli, consegna di un «portfolio» (raccolta su indicazione del docente di elaborati personali dell'allievo da lui stesso selezionati).

7. **Opzione specifica fisica e applicazioni della matematica**

L'opzione specifica *Fisica e applicazioni della matematica* si configura come *una* nuova disciplina, con lo scopo di evidenziare il ruolo della matematica quale indispensabile strumento di pensiero per comprendere la struttura dei fenomeni fisici. I campi di studio considerati si basano su capitoli scelti di fisica che si prestano particolarmente ad essere descritti e modellizzati con l'apporto della conoscenza matematica.

7.1. Finalità formative e obiettivi dell'insegnamento

La finalità principale dell'opzione consiste nell'educare l'allievo a costruirsi modelli matematici di situazioni fisiche. Parallelamente si offre all'allievo la possibilità di completare la sua conoscenza delle leggi fondamentali della fisica, essenziale per poter intraprendere curricula di studio di tipo scientifico. Per quanto riguarda la matematica, l'allievo che frequenta questa opzione ha l'opportunità di approfondire e rafforzare le conoscenze del corso di base come pure di svilupparne delle nuove. L'attività didattica deve essere organizzata in modo che, oltre alla conoscenza disciplinare, venga sviluppata la dimensione culturale e formativa della scienza.

Gli obiettivi sono espressi indipendentemente dai contenuti: andranno coniugati con questi ultimi, a seconda del percorso scelto in ogni istituto.

- Elaborare un modello matematico che permetta di descrivere e indagare situazioni fisiche.
- Dedurre dal modello matematico le proprietà e i comportamenti dei sistemi, interpretandoli dal punto di vista fisico; prevedere il comportamento del modello al variare di determinati parametri.
- Trasferire in un altro ambito l'impiego di un modello visto in una situazione particolare, cogliendo il ruolo unificante del linguaggio matematico.
- Prendere coscienza dei limiti dei vari modelli (sia tecnici sia epistemologici); saper scegliere tra vari modelli quello più adatto alla descrizione del fenomeno in esame.
- Mettere in evidenza il legame tra strutture matematiche e proprietà fisiche (grandezze conservate); riconoscere le proprietà geometriche dello spazio in alcuni aspetti delle leggi fisiche.
- Saper utilizzare le equazioni differenziali quale strumento per concettualizzare e descrivere l'evoluzione temporale di sistemi o di distribuzioni non omogenee di grandezze fisiche.
- Illustrare il ruolo di determinati modelli statistici all'interno di attività e teorie fisiche; conoscere l'interpretazione di alcune grandezze macroscopiche sulla base di modelli statistici elaborati a livello microscopico.
- Essere consapevole che la conoscenza scientifica è soggetta ad un continuo lavoro di affinamento: conoscere in qualche situazione specifica l'evoluzione dei concetti e dei modelli impiegati per la descrizione del fenomeno e alcuni esempi concreti dove la conoscenza attuale non può essere che provvisoria.
- Produrre qualche esempio di ricaduta tecnologica del progresso della conoscenza scientifica e spiegare l'interdipendenza che viene così a crearsi.

7.2. Campi e argomenti

I diversi *campi di studio* e i possibili referenti disciplinari sono presentati qui di seguito, mettendo in risalto il tessuto di relazioni fra gli aspetti matematici e quelli fisici; i principali capitoli toccati sono:

- *per gli aspetti matematici*
vettori, matrici, funzioni a una e a due variabili, numeri complessi, calcolo delle probabilità e statistica, elementi di analisi (in particolare equazioni differenziali, anche con l'uso di procedimenti informatici);
- *per gli aspetti fisici*
oscillazioni e fenomeni ondulatori, elettricità e magnetismo, termologia e struttura della

materia, leggi di conservazione, nonché alcuni argomenti legati agli sviluppi scientifici di questo secolo (quali ad esempio: relatività ristretta, dualismo onda-corpuscolo, fenomeni caotici e strutture frattali).

7.2.1. Oscillazioni

Elaborare un modello matematico che permetta di descrivere e riconoscere l'oscillatore armonico nel caso meccanico e interpretare il significato fisico dei suoi diversi elementi costitutivi; rendersi conto di come la modellizzazione elaborata in una situazione definita possa trovare applicazione diretta o per analogia in una gran vastità di situazioni; cogliere nel fenomeno della risonanza uno strumento d'indagine dei sistemi fisici;

— *per gli aspetti matematici*

funzioni periodiche: somma, prodotto, valore medio su un intervallo; rappresentazioni grafiche;

— *per gli aspetti fisici*

oscillatore armonico: descrizione cinematica e dinamica, aspetti energetici; risonanza; sovrapposizione di oscillazioni; sistemi con più gradi di libertà.

7.2.2. Modello ondulatorio

Acquisire le basi concettuali per la costruzione del modello ondulatorio che, accanto al modello meccanicistico, rappresenta uno strumento fondamentale per la descrizione dei fenomeni naturali; cogliere concretamente la potenza della matematica che fornisce, attraverso un'unica struttura, uno strumento applicabile nei vari campi;

— *per gli aspetti matematici*

funzioni a due variabili; cambiamento di coordinate; composizione vettoriale; prodotto scalare; analisi di Fourier (uso di programmi con l'elaboratore);

— *per gli aspetti fisici*

modello ondulatorio: onde meccaniche, grandezze caratteristiche, intensità; onde armoniche; effetto Doppler; principio di Huygens, principio di sovrapposizione, interferenza: sorgenti puntiformi, battimenti; metodo di Bragg; lamine sottili; interferometri; diffrazione: fenditura singola; reticoli; potere risolutivo.

7.2.3. Coniche

Costruire uno strumento matematico e riconoscerlo nel contesto fisico attraverso l'osservazione delle sue proprietà;

— *per gli aspetti matematici*

coniche e luoghi geometrici: parametri; fuochi e direttrici; eccentricità; vertici e centro; equazione cartesiana e polare; proprietà geometriche; calcolo dell'area di un settore;

— *per gli aspetti fisici*

sistema solare e traiettorie dei pianeti: momento angolare, leggi di Keplero; traiettorie in campi centrali; interferenza: linee nodali e interpretazione delle figure d'interferenza; specchi parabolici.

7.2.4. Prodotto vettoriale

Cogliere l'importanza del concetto matematico di prodotto vettoriale, come struttura unificante legata alle proprietà geometriche dello spazio, nella concettualizzazione di alcune situazioni fisiche;

— *per gli aspetti matematici*

sistemi di riferimento e orientamento; prodotto vettoriale: definizione, proprietà geometriche e algebriche; normale ad una superficie; prodotto scalare e prodotto misto; teoria del baricentro;

— *per gli aspetti fisici*

momento meccanico; baricentro; momento angolare: conservazione, aspetti energetici, momento d'inerzia; elettrodinamica: campo magnetico e forza su di una carica elettrica in moto; legge di Biot-Savart; momento magnetico; struttura della materia: atomo d'idrogeno e quantizzazione del momento angolare; energia di un dipolo e risonanza magnetica.

7.2.5. Simmetrie e leggi di conservazione

Riconoscere il legame fondamentale tra le proprietà dei gruppi di trasformazione dello spazio e del tempo e le leggi di conservazione osservate per alcune grandezze fisiche;

— *per gli aspetti matematici*

vettori, prodotto scalare e vettoriale; trasformazioni di coordinate e applicazioni affini in forma matriciale; trasformazioni del piano e invarianti; coordinate polari e sferiche;

— *per gli aspetti fisici*

invarianza temporale e conservazione dell'energia; invarianza per traslazione e conservazione della quantità di moto, trasformazioni di Galileo e sistemi inerziali; invarianza per rotazioni e conservazione del momento angolare, rotazione di un corpo rigido e momento d'inerzia.

7.2.6. Spazio, tempo e relatività

Riflettere criticamente sui concetti di spazio e di tempo; prendere coscienza dei limiti degli strumenti epistemologici forniti dal senso comune per l'interpretazione e la modellizzazione della realtà; scoprire come la matematica fornisca gli strumenti astratti per interpretare realtà molto concrete;

— *per gli aspetti matematici*

sistemi di riferimento, cambiamento di base; struttura di gruppo: traslazioni, rotazioni e simmetrie del piano e dello spazio; metrica e invarianti; sviluppi in serie: limite classico delle leggi relativistiche;

— *per gli aspetti fisici*

riferimenti inerziali e non inerziali; principio di relatività; l'esperimento di Michelson e Morley; la relatività speciale: eventi, tempo proprio, contrazione delle lunghezze, dilatazione dei tempi, simultaneità; dinamica relativistica.

7.2.7. Equazioni differenziali

Cogliere nelle equazioni differenziali uno strumento per concettualizzare e descrivere l'evoluzione temporale di sistemi o di distribuzioni non omogenee di grandezze fisiche;

— *per gli aspetti matematici*

proprietà generali, interpretazione geometrica, classificazione; equazione lineare del primo ordine a coefficienti costanti (omogenea e no); equazione lineare del secondo ordine a coefficienti costanti, caso omogeneo; equazione armonica a due variabili; metodi esatti di soluzione; metodi numerici; importanza nello sviluppo del pensiero scientifico;

— *per gli aspetti fisici*

carica e scarica di un condensatore, inserzione e disinserzione di una bobina, moto in un

mezzo viscoso, radioattività, conduzione termica, scambi termici, diffusione; oscillatori armonici liberi di tipo meccanico o elettrico; onde meccaniche e elettromagnetiche.

7.2.8. Modelli stocastici

Comprendere il ruolo di determinati modelli statistici all'interno di attività e teorie fisiche; interpretare alcune grandezze macroscopiche sulla base di modelli statistici elaborati a livello microscopico;

— *per gli aspetti matematici*

elementi di statistica: rappresentazioni grafiche, centralità, dispersione, regressione lineare; modello probabilistico: spazio campione, eventi, leggi fondamentali; variabile aleatoria discreta e continua, distribuzione di probabilità, speranza e varianza; alcune distribuzioni di probabilità: uniforme, binomiale, normale, di Poisson, di Maxwell-Boltzmann;

— *per gli aspetti fisici*

misure e loro incertezza: ripetizione, valore medio, varianza e regressione lineare; radioattività: legge del decadimento e tempo di dimezzamento; teoria cinetica: distribuzione delle velocità, pressione, temperatura e energia cinetica media, moto browniano, cammino libero medio, diffusione; equilibri dinamici: sistema liquido-vapore, isoterme dei gas reali e modello di van der Waals, diagramma di fase; interpretazione statistica dell'entropia.

7.2.9. Il secondo principio della termodinamica: modelli e interpretazione

Rendersi conto di come lo studio delle trasformazioni termodinamiche abbia permesso di penetrare progressivamente uno degli aspetti più generali dei fenomeni naturali, aggiungendo all'aspetto quantitativo dell'energia anche quello legato al suo degrado;

— *per gli aspetti matematici*

rappresentazione di curve; valori medi di grandezze scalari e vettoriali, distribuzione di Maxwell-Boltzmann, fattore di Boltzmann; modello probabilistico: spazio campione, eventi, leggi fondamentali, calcolo combinatorio; variabile aleatoria discreta e continua, distribuzione di probabilità, speranza e varianza; alcune distribuzioni di probabilità, uso delle tavole, rappresentazione grafica (mezzo informatico);

— *per gli aspetti fisici*

grandezze e leggi fenomenologiche, modello del gas ideale, energia interna del gas ideale, isoterme reali e modello di van der Waals; trasformazioni termodinamiche: energia interna, scambi termici e meccanici, primo principio della termodinamica, calori specifici molari; il secondo principio: formulazioni di Clausius e Kelvin, flussi energetici e cicli termodinamici; teorema di Carnot e rendimento di una macchina termica; entropia: definizione a livello macroscopico e a livello microscopico, processi reversibili e irreversibili, produzione di entropia e degrado dell'energia.

7.2.10. Conduzione elettrica e struttura della materia

Interpretare le relazioni fenomenologiche macroscopiche del trasporto di elettricità nei solidi attraverso una modellizzazione a livello microscopico, utilizzando alcuni concetti significativi di statistica e di fisica quantistica;

— *per gli aspetti matematici*

rappresentazione grafica: lettura qualitativa e dipendenza funzionale; modello statistico: rappresentazione a istogrammi, distribuzioni tipiche; simulazioni al calcolatore (metodo di Montecarlo); modellizzazione del moto aleatorio;

— *per gli aspetti fisici*

modello macroscopico: conducibilità, curve caratteristiche, resistenza elettrica e legge di Ohm; resistività e sua dipendenza dalla temperatura; modello microscopico: struttura reticolare, elettroni, mobilità, velocità di deriva; modello di Drude e teoria cinetica; modello quantistico: livelli energetici e bande di conduzione, isolanti, conduttori e semiconduttori; principio di Pauli.

7.2.11. Induzione elettromagnetica

Cogliere l'importanza del fenomeno d'induzione elettromagnetica nei suoi molteplici aspetti: dal punto di vista fisico in quanto porta alla sintesi delle leggi dell'elettromagnetismo, da quello tecnologico perché apre un ampio ventaglio di applicazioni, da quello matematico perché permette di utilizzare e approfondire le conoscenze affrontando situazioni che coinvolgono diversi campi della fisica;

— *per gli aspetti matematici*

vettori: prodotto scalare, prodotto vettoriale; funzioni trigonometriche; funzioni a due variabili: rappresentazioni grafiche mediante mezzi informatici; sezioni; estensione del concetto di derivata al caso di funzioni vettoriali e di funzioni a due variabili; concetto di integrale e di flusso: tecniche elementari nei casi semplici; metodi numerici; equazioni differenziali del secondo ordine con coefficienti costanti; equazione dell'onda e velocità di propagazione; numeri complessi e operazioni in forma algebrica, trigonometrica ed esponenziale, interpretazione geometrica;

— *per gli aspetti fisici*

campo magnetico: sorgenti, magneti elementari; forza su cariche libere e su conduttori percorsi da correnti; legge di Ampère; spira e bobina cilindrica; acceleratori di particelle, spettrometro di massa; legge d'induzione elettromagnetica: legge di Faraday-Lenz, autoinduzione, energia del campo magnetico, trasformatore e trasporto di energia elettrica; onde elettromagnetiche: spettro, produzione e propagazione, velocità della luce; effetti dei campi magnetici sulla materia; elettrotecnica: tensione e corrente alternata, impedenza, elementi in serie e in parallelo, circuiti RC, RL, RCL.

7.2.12. Luce e polarizzazione

Affrontare uno dei nodi concettuali dello sviluppo scientifico di questo secolo e rendersi conto di come l'evoluzione del modello fisico sia intimamente legata allo strumento matematico;

— *per gli aspetti matematici*

funzioni trigonometriche, addizione, valori medi; numeri complessi: definizione, operazioni, piano di Gauss, forma algebrica, trigonometrica ed esponenziale; algebra lineare: matrici, operazioni; matrice di un'applicazione lineare; autovalori e autovettori; probabilità: variabile aleatoria continua, densità di probabilità, funzione di distribuzione;

— *per gli aspetti fisici*

fasci di luce polarizzati: legge di Malus, birifrangenza, riflessione e polarizzazione (angolo di Brewster) lamine ritardatrici, polarizzazione circolare; trasversalità delle onde elettromagnetiche; interferenza di fasci polarizzati: interpretazione classica e con il modello a fotoni; esperienze a bassa intensità.

7.2.13. Cristalli e aspetti geometrici

Utilizzare la struttura dei cristalli come motivo di riflessione sul concetto di simmetria e sviluppare la capacità di visione spaziale;

- *per gli aspetti matematici*
sistemi regolari di punti in due e tre dimensioni; impaccamento di cerchi e sfere; tassellazioni nel piano e nello spazio; simmetrie nel reticolo e vari tipi di simmetrie; poliedri regolari: teorema di Eulero;
- *per gli aspetti fisici*
stati di aggregazione della materia: costituzione atomistica; stato cristallino; proprietà ottiche e struttura della materia: ottica geometrica, birifrangenza e polarizzazione; indagine della struttura reticolare: metodo di Bragg; diffrazione di elettroni.

7.2.14 Modelli non lineari e fenomeni caotici

Riconoscere come modelli semplici possano dare adito a oscillazioni non lineari e a fenomeni caotici; riconoscere la transizione da un moto regolare ad uno caotico, in funzione di determinati parametri del modello;

- *per gli aspetti matematici*
composizione di funzioni; rappresentazioni e lettura di grafici: caratteristiche dei fenomeni caotici, modellizzazione in una dimensione; concetto di iterazione e equazioni differenziali; dimensione frattale;
- *per gli aspetti fisici*
modello meccanico: orbita nello spazio delle fasi e sue caratteristiche, stabilità, biforcazione, insorgenza del caos; simulazioni al calcolatore; determinazione di grandezze frattali.

7.2.15. Astronomia: dal micro- al macrocosmo

Scoprire che i principi e le leggi fisiche stabiliti per i processi sia micro- che macroscopici sulla Terra hanno validità per l'intero universo; conoscere le principali prove sperimentali che permettono di dare una struttura unitaria alla descrizione dell'universo visibile;

- *per gli aspetti matematici*
trigonometria piana e sferica: coordinate, cambiamento di coordinate, distanze; forma parametrica delle curve piane; logaritmi e loro proprietà;
- *per gli aspetti fisici*
misura di distanze, massa e temperatura delle stelle: parallasse, spettri, diagramma Hertzsprung-Russel, relazione massa-luminosità; struttura dell'universo: supernovae, lenti gravitazionali, legge di Hubble, radiazione di fondo, radioattività; evoluzione storica dei modelli dell'universo: dai greci a Newton e Einstein.

7.2.16. Matematica e fisica nel XVII secolo

Affrontare un tema matematico-fisico nella veste di una indagine essenzialmente storica; confrontare teorie espresse nell'imperfezione ed incertezza della loro nascita e non già nell'odierna forma «levigata», frutto di un lavoro di affinamento durato lunghissimo tempo; immergersi nel secolo che fu di Galileo, di Keplero e di Descartes, poi di Fermat, Huygens, Newton e Leibniz e che vide la nascita del *Calcolo sublime*;

- *per gli aspetti matematici*
Cavalieri e Torricelli: la geometria degli indivisibili; Fermat: primi studi su massimi e minimi di funzioni; Newton: nascita del metodo delle flussioni, la quadratura, algoritmi iterativi, sviluppi in serie; Leibniz: nascita del calcolo differenziale; Newton contro Leibniz.
- *per gli aspetti fisici*
l'indagine del moto; il problema del vuoto, la determinazione del valore della pressione

atmosferica e della velocità del suono; teoria corpuscolare della luce e scomposizione della luce bianca; ottica geometrica e principio di Fermat; principio di Huygens e teoria ondulatoria della luce; la meccanica di Newton.

7.3. **Organizzazione dell'insegnamento e scelte metodologiche**

Ai gruppi di materia nelle sedi spetta il compito di definire i *percorsi didattici*, attingendo ai campi di studio qui elencati, considerati singolarmente, oppure riorganizzandone i contenuti, purché risulti salvaguardato in modo esplicito il ruolo di interrelazione e di integrazione tra le due componenti. A dipendenza della complessità dei singoli temi affrontati, annualmente l'insegnamento si articolerà su tre o quattro temi.

L'insegnamento deve valorizzare soprattutto un apprendimento che porti alla graduale scoperta di leggi e teorie che governano i processi fisici dell'universo che ci circonda. Oltre agli aspetti strettamente fisici o matematici, saranno presi in considerazione anche gli aspetti storici, applicativi e tecnologici.

Alle lezioni a classe intera tenute da un singolo docente, si potranno affiancare sia momenti di compresenza dei due docenti, sia attività a metà classe in particolare per il laboratorio o per la modellizzazione informatica.

7.4. **Valutazione**

La valutazione avviene sugli obiettivi formulati secondo il piano di studio di sede. In particolare l'allievo, per i singoli campi di studio, dovrà:

- conoscere e applicare in modo appropriato i concetti studiati e le principali relazioni fenomenologiche e teoriche;
- utilizzare correttamente i termini e il linguaggio disciplinari e le strutture matematiche;
- utilizzare in modo appropriato la simbologia, le unità di misura e le cifre significative;
- analizzare una data situazione e impostare la modellizzazione;
- affrontare e impostare in modo coerente la soluzione di un determinato problema: illustrare il metodo seguito, dare gli opportuni riferimenti ai principi e alle leggi generali impiegati, interpretare e commentare i risultati;
- conoscere il ruolo dei modelli e i loro limiti di applicabilità;
- valutare la potenzialità e i limiti dell'approccio numerico;
- cogliere i nessi trasversali tra tematiche affini e stabilire analogie; applicare per analogia procedimenti studiati in situazioni nuove;
- riconoscere gli aspetti interdisciplinari.

Accanto alle usuali forme di valutazione ci si dovrà avvalere di ulteriori modalità, quali presentazioni scritte e orali, approfondimenti tematici, osservazione durante le attività di laboratorio e informatiche. La nota sarà unica e concordata tra i due docenti.

8. **Opzione specifica biologia e chimica**

L'opzione specifica *Biologia e chimica* studia *aspetti unitari, aspetti diversificati e interazioni* del fenomeno vita evidenziando il ruolo di *equilibri, strutture e funzioni, organizzazione e evoluzione*.

Il piano di studio dell'opzione prevede attività sia teoriche sia pratiche, che si innestano sulle discipline fondamentali dei primi due anni, per completare, ampliare e caratterizzare in terza e quarta liceo il curriculum a indirizzo scientifico scelto dall'allievo.

L'opzione specifica biologia e chimica si prefigge di essere una nuova disciplina che studia il fenomeno vita da un punto di vista multidisciplinare e sistemico e non un corso di biochimica o di microbiologia, né tanto meno la giustapposizione di biologia e chimica.

8.1. Finalità formative

Per far raggiungere agli allievi gli obiettivi essenziali e le competenze specifiche dell'opzione si propongono dei campi di studio che rappresentano da una parte complesse interazioni nel fenomeno vita e dall'altra offrono l'opportunità di riflettere da un punto di vista biologico e chimico sul ruolo sempre più determinante delle varie attività umane nell'evolversi della vita sulla Terra. Ogni campo di studio permette la scelta fra diversi temi, ognuno dei quali richiede di toccare e sviluppare gli argomenti relativi sia agli aspetti unitari che agli aspetti diversificati del fenomeno vita.

8.2. Obiettivi essenziali

Gli obiettivi che l'allievo deve raggiungere al termine dei due anni in relazione alle quattro sfere di influenza determinanti nel manifestarsi del fenomeno vita sono:

- la capacità di individuare e descrivere la natura dinamica degli equilibri chimici e biologici, la loro reazione agli influssi esterni e la natura ciclica delle trasformazioni di materia e di energia;
- la conoscenza delle connessioni tra aspetti strutturali e funzionali a tutti i livelli di complessità del fenomeno vita;
- la comprensione della natura complessa delle interazioni fra le componenti di ogni sistema organizzato;
- la capacità di individuare e descrivere gli aspetti evolutivi e i meccanismi di selezione del fenomeno vita in termini chimici e biologici.

Questo implica che l'allievo abbia raggiunto tali obiettivi di conoscenza e che, in base a questi:

- sappia riconoscere e utilizzare in modo appropriato termini e simboli scientifici, enunciare principi e classificare secondo criteri e logiche disciplinari;
- sia in grado di consultare e usare correttamente fonti e strumenti di informazione scientifica;
- sappia applicare concetti e modelli noti anche in situazioni per lui nuove;
- sia capace di analizzare situazioni, stimare e interpretare risultati;
- sappia formulare soluzioni, previsioni e ipotesi di fronte a situazioni e problemi nuovi;
- abbia la capacità di riconoscere le valenze culturali e creative dell'evoluzione del pensiero scientifico.

8.3. Campi e argomenti

L'opzione specifica *Biologia e chimica* (vedi allegato 1), partendo da problematiche rilevanti nel mondo attuale, affronta, da un punto di vista biologico e chimico, lo studio del **fenomeno vita** alla base del quale stanno *aspetti unitari* (problematiche comuni a tutti i viventi) e *aspetti diversificati* (strategie differenti adottate dai viventi per risolvere problemi comuni). Le *interazioni* tra questi aspetti rappresentano la complessa dimensione sistemica del fenomeno vita che si svolge dal livello subatomico a quello della biosfera in un continuo crescendo di complessità. In particolare, del fenomeno vita, si vogliono evidenziare i ruoli determinanti degli *equilibri*, delle *strutture e funzioni*, dell'*organizzazione* e dell'*evoluzione* che lo caratterizzano.

Gli obiettivi caratterizzanti l'opzione, i veri fili conduttori della trasposizione didattica di campi, temi e argomenti proposti, gli aspetti essenziali che ogni allievo dovrà saper affron-

tare con competenza alla fine dei due anni sono riconducibili a quattro sfere di influenza che si ritengono determinanti nel manifestarsi del fenomeno vita: *equilibrio, struttura e funzione, organizzazione e evoluzione*.

Equilibrio

- Cogliere la natura dinamica degli equilibri chimici e biologici con particolare riferimento agli aspetti cinetici e termodinamici che li determinano.
- Cogliere come i sistemi all'equilibrio reagiscono agli influssi esterni.
- Cogliere la natura ciclica delle trasformazioni di materia e di energia, con particolare riguardo alla dissipazione di quest'ultima (entropia).

Struttura e funzione

- Cogliere l'intima e reciproca interconnessione fra strutture e funzioni a qualsiasi livello di complessità del fenomeno vita.
- Cogliere la varietà strutturale che può concorrere a una stessa funzione e viceversa.

Organizzazione

- Cogliere la natura complessa delle interazioni fra le componenti di ogni sistema organizzato e saperle localizzare nel loro contesto.
- Cogliere come ogni sistema organizzato sia caratterizzato da una complessità e da una funzionalità superiori a quelle della semplice somma delle sue singole componenti.
- Cogliere gli aspetti limitanti con particolare riferimento a quelli cinetici, termodinamici e materiali che condizionano l'organizzazione di un sistema.

Evoluzione

- Cogliere l'importanza della varietà di forme e strutture, e la necessità di meccanismi di selezione quali motori dell'evoluzione del fenomeno vita in termini chimici e biologici.
- Cogliere la valenza temporale dei fenomeni evolutivi.
- Cogliere il potenziale condizionamento dell'evoluzione della vita dovuto a pressioni e interessi di origine antropica.

8.4. Modalità d'insegnamento

Indagare il fenomeno vita da un punto di vista biologico e chimico significa confrontarsi con una vastità tale di conoscenze che impone una scelta: da una parte vi è una limitazione legata all'esemplarità dei contenuti trattati e dall'altra ci si propone di inquadrare i vari argomenti secondo un ventaglio limitato ma caratterizzante di obiettivi essenziali che rappresentano la connotazione prioritaria dell'opzione.

Il quadro di riferimento cantonale (vedi allegato 2) prevede un paniere di otto campi di studio: sull'arco dei due anni si deve affrontarne da quattro a sei. La scelta deve comunque essere operata in modo da coprire gli aspetti unitari e diversificati riportati nell'allegato 2.

Nell'insegnamento si privilegia:

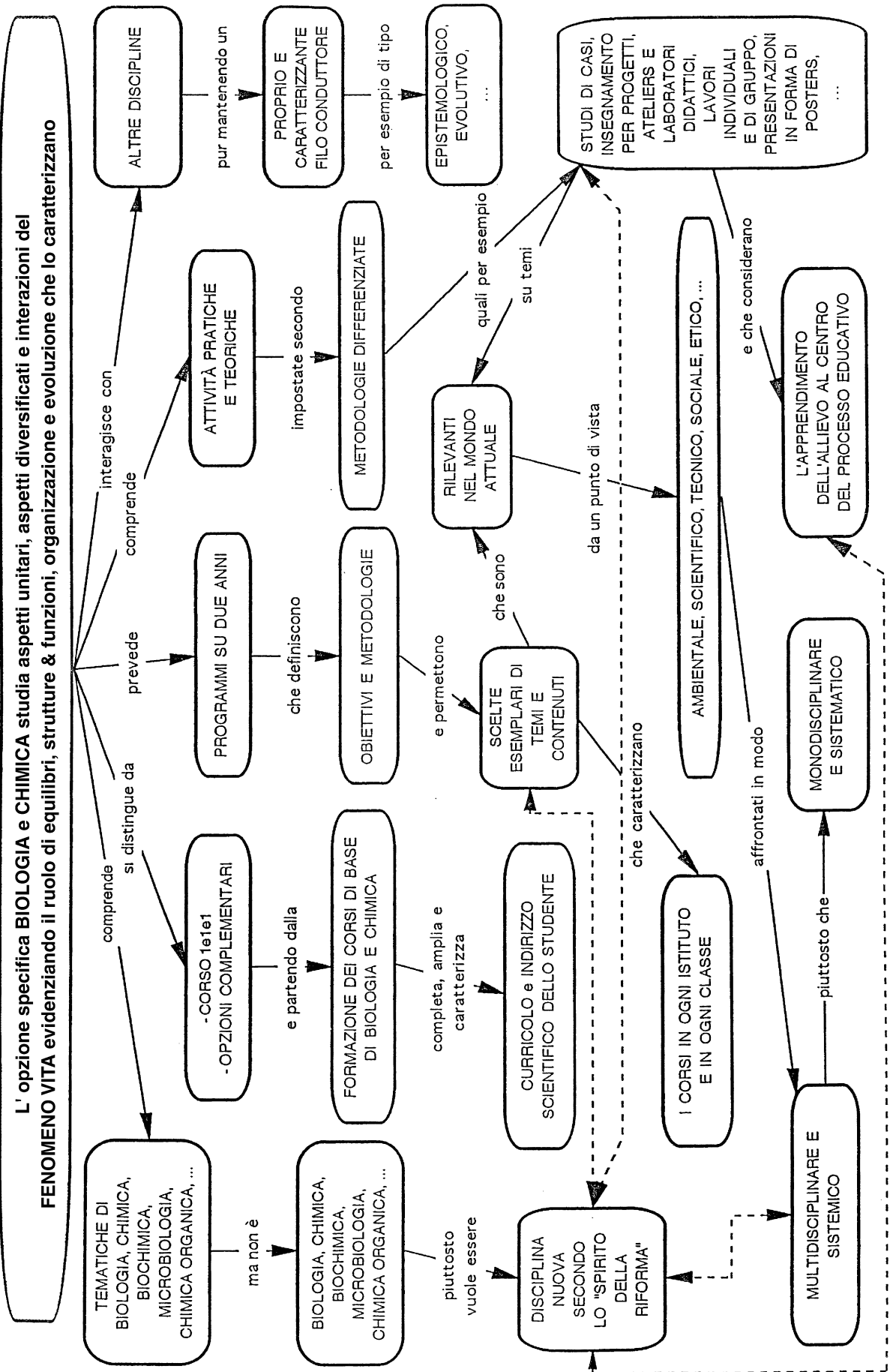
- un approccio multidisciplinare e sistemico piuttosto che monodisciplinare e sistematico (ciò che presuppone, tra l'altro, una stretta collaborazione tra i docenti di biologia e di chimica chiamati a tenere il corso);
- si imposta l'insegnamento su scelte esemplari di temi e contenuti piuttosto che su una trattazione sistematica di capitoli;
- si cerca, affrontando temi e argomenti, di far capo a un ampio repertorio di forme didattiche piuttosto che solo a lezioni frontali o dialogate;

8.5. Valutazione

Si prendono in considerazione strategie di valutazione che danno all'allievo la possibilità di valorizzare il proprio apprendimento in relazione ai vari obiettivi dell'insegnamento. Occorre perciò prevedere opportunità diversificate di valutazione attraverso le quali l'allievo possa dimostrare il livello raggiunto nelle competenze, nonché l'interesse e la disponibilità al lavoro nelle singole attività.

La valutazione terrà conto di prove scritte ed orali, del lavoro svolto in laboratorio e di lavori eseguiti in classe o a casa, singolarmente o a gruppi.

ALLEGATO 1



ALLEGATO 2

CAMPI, TEMI E ARGOMENTI DI STUDIO

TECNOLOGIE E INGEGNERIA:

- risposte biologiche e chimiche ai bisogni della società**
- biotecnologie antiche e moderne, ingegneria genetica
 - aspetti storici e etici: benefici, limiti e rischi
 - produzione di alimenti, farmaci, nuovi materiali
 - diagnostica, terapie
 - risanamento ambientale, bioreattori
 - ...

USO E ABUSO DI SOSTANZE

- sostanze naturali: biologia e chimica delle piante
- antibiotici, farmaci
- sostanze tossiche e avvelenamenti
- alcol, fumo, droga
- dipendenze, doping
- fertilizzanti, insetticidi, anticrittogamici
- ...

UTILIZZO SOSTENIBILE DELLE RISORSE

- energie e materiali rinnovabili
- energia grigia
- utilizzo di acqua, boschi, petrolio, metalli, biogas, ...
- produttività, resa energetica
- progresso tecnologico
- ...

CLIMA

- fattori e andamenti climatici
- influssi biocici e abiocici
- influssi antropogenici: emissioni, trasmissione, immissioni
- ozono
- ...

Interazioni nel

FENOMENO VITA

- QUALITÀ DI VITA**
- ambiente, salute e malattia
 - epidemie, ritorno di malattie infettive, vaccinazioni
 - prevenzione e igiene
 - comfort var: vestiti, materiali da costruzione, nuovi materiali
 - comportamenti sociali indotti
 - ...

LUCE, MATERIA E VITA

- natura della luce e interazioni con la materia
- pigmenti e sistemi fotocchimici
- meccanismi molecolari della fotosintesi
- fotosintesi vegetale e batterica
- luminescenza
- ...

PROCREAZIONE, SESSUALITÀ E LIMITI DELLA VITA

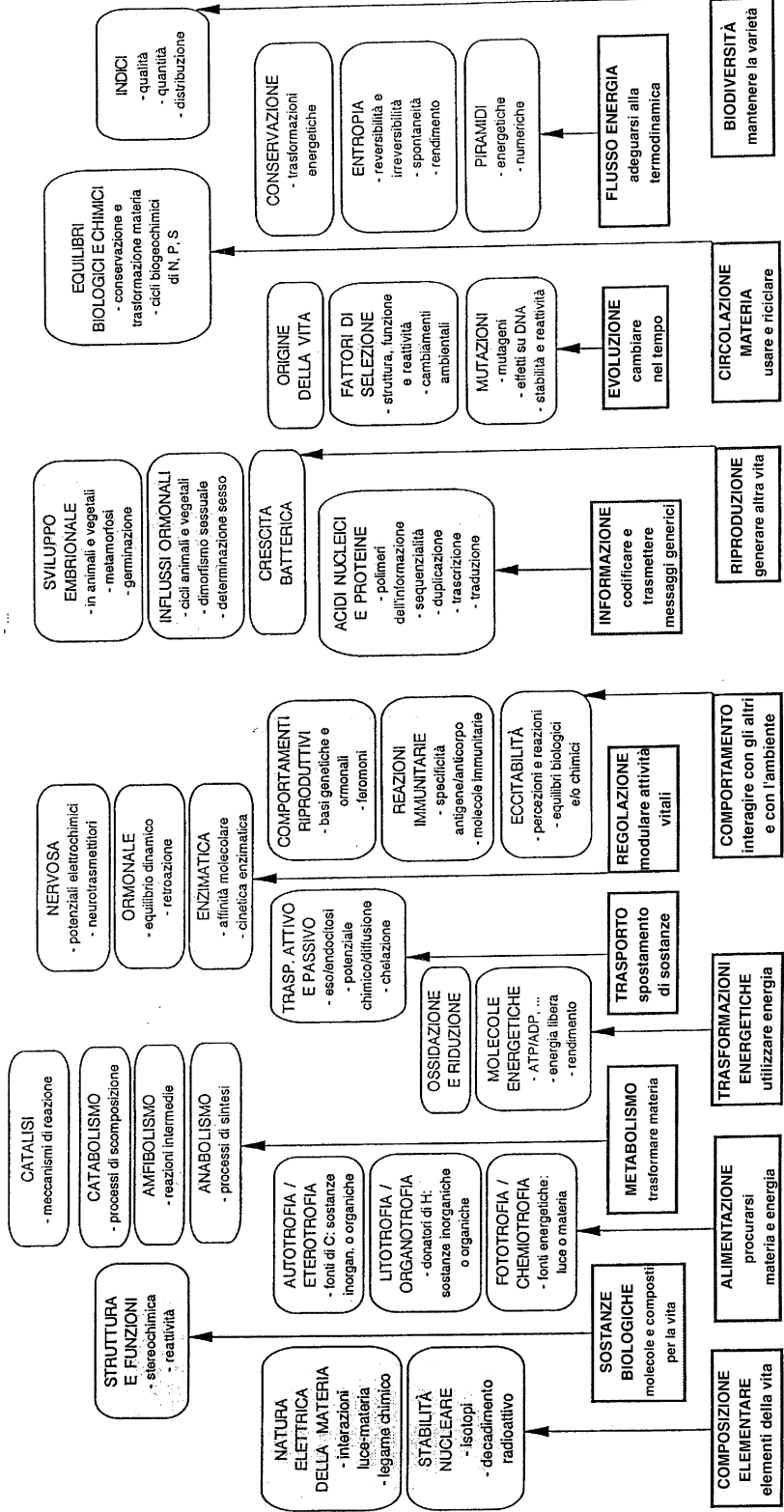
- origine e evoluzione della sessualità
- fertilità, sterilità, contraccezione, aborto
- tecniche di procreazione assistita, ...
- orologi biologici, invecchiamento
- trapianti, rigetto, xenobiologia
- accanimento terapeutico, eutanasia
- condizioni estreme, esobiologia
- ...

SOCIETÀ UMANA E GESTIONE DEI RIFIUTI

- natura e quantità, produzione e eliminazione
- riciclaggio, impianti di smaltimento, discariche
- bioreattori, biogas
- biodegradabilità, decomposizione
- ...

Aspetti diversificati del

FENOMENO VITA



Aspetti unitari del

FENOMENO VITA

/----- PARTICELLE SUBATOMICHE ----- ATOMI ----- MOLECOLE -----/ /----- CELLULE ----- INDIVIDUI -----/ /----- SPECIE ----- COMUNITÀ ----- ECOSISTEMI ----- BIOSFERA -----/

Opzioni complementari

9. Fisica – OC

Il corso non può essere scelto dagli allievi con opzione specifica *Fisica e applicazioni della matematica*.

9.1. Caratterizzazione della disciplina

Il corso di *fisica – disciplina fondamentale* del primo biennio è caratterizzato dalla scelta di presentare un ampio ventaglio di argomenti tratti dai vari capitoli fondamentali: ad un livello prevalentemente fenomenologico e descrittivo con la *fisica dei fenomeni*, approfondendo poi, con la *fisica dei modelli* e in particolare nei corsi dell'opzione scientifica, alcuni modelli caratteristici, come quello meccanicistico o quello ondulatorio. Il corso di scienze sperimentali di terza, strutturato in modo interdisciplinare, privilegia il metodo scientifico generale piuttosto che il ragionamento analitico formativo tipico della fisica e soprattutto non ha l'obiettivo di completare la presentazione degli argomenti fondamentali. Considerando poi l'età degli allievi, le loro conoscenze matematiche e il limitato tempo a disposizione, si comprende facilmente che il corso di *fisica – disciplina fondamentale* può garantire solo una parte degli obiettivi che dovrebbero essere raggiunti da chi frequenta il liceo. In questo senso il *corso complementare* offre, a chi non si indirizza verso l'opzione specifica di *Fisica e applicazioni della matematica*, la possibilità di completare la propria formazione liceale nella disciplina e, più in generale, la propria formazione culturale.

Il corso complementare di fisica si rivolge quindi da una parte agli allievi che vogliono approfondire e consolidare le conoscenze scientifiche nel campo della fisica in vista di un proseguimento degli studi, dall'altra a quelli che sono interessati a diversificare la loro formazione in altri campi rispetto alla scelta dell'opzione specifica. Per tutti si tratta di cogliere l'opportunità di completare la propria formazione in una delle discipline che, grazie alla possibilità di articolare la propria attività alternando elementi teorici, sperimentali, tecnologici, storici e filosofici, maggiormente si prestano a presentare i metodi della ricerca scientifica e a sviluppare le dinamiche del ragionamento scientifico.

9.2. Finalità formative e obiettivi dell'insegnamento

Un obiettivo del corso dell'*opzione complementare* sarà di affrontare e approfondire argomenti significativi tratti dai principali capitoli e magari già parzialmente affrontati nel corso di *Fisica – disciplina fondamentale*, adeguando il livello alla maggiore capacità di astrazione degli allievi e alle loro accresciute conoscenze matematiche. In particolare si tratta di sottolineare l'aspetto culturale ed educativo dell'impresa scientifica, analizzando, per alcuni temi, lo sviluppo storico del dibattito scientifico tra i diversi programmi di ricerca, recuperando almeno in parte la «scienza» come prodotto dinamico dell'attività di uomini-scienziati e del loro rapporto creativo con la realtà esterna; un rapporto spesso non così univoco come forse potrebbe apparire all'allievo, confrontato per lo più con una riduttiva presentazione scolastica di una scienza linearizzata e che nasce «automaticamente» da un processo di tipo logico-deduttivo.

Così, un'altra caratteristica importante del corso sarà quella di presentare di volta in volta, all'interno dei vari temi, o aspetti più tecnologici o aspetti più storico-filosofici, tenendo conto anche degli interessi e delle esigenze degli iscritti.

9.3. Referenti disciplinari

La scelta degli argomenti su cui costruire il percorso didattico dipenderà in larga misura da quanto effettivamente trattato nel corso di *fisica – disciplina fondamentale* e potrà quindi variare anche considerevolmente da sede a sede. Inoltre, attraverso queste scelte, docenti e allievi potranno dare spazio alle proprie preferenze: le varie tematiche dovranno tuttavia rimanere nell'ambito di quelle elencate qui di seguito. Queste ultime vogliono essere rappresentative dello standard liceale abituale a livello svizzero e sono corredate da obiettivi che hanno lo scopo di delineare una possibile direzione per lo sviluppo concreto della tematica.

Spetta quindi ai gruppi disciplinari di sede operare, per l'insieme del biennio, una scelta equilibrata dei campi di studio da trattare (evitando quindi scelte monotematiche o con troppi argomenti), definendo anche gli approfondimenti di taglio tecnologico o storico-filosofico.

9.3.1. Campi di studio

<i>Argomenti</i>	<i>Obiettivi</i>
<p>Forze e campi</p> <p><i>Le sorgenti creano campi di forza e strutturano lo spazio</i></p> <p>La massa e il campo gravitazionale.</p> <p>La carica elettrica e il campo elettrico.</p> <p>La carica elettrica in moto e il campo elettromagnetico.</p> <p>Le proprietà delle particelle elementari e il campo delle forze nucleari.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • conoscere e saper descrivere le interazioni fondamentali in termini di forze, di campi e di potenziali. • saper descrivere il moto di corpi all'interno di campi di forze con la legge di Newton e con la conservazione dell'energia. • conoscere l'interpretazione dell'interazione come scambio di particelle.
<p>L'evoluzione storica del concetto di campo.</p> <p>Onde</p> <p><i>Quando 1+1 non fa necessariamente 2</i></p> <p>Impulsi e perturbazioni periodiche si propagano con velocità proprie del mezzo di propagazione.</p> <p>L'energia trasportata dalle onde.</p> <p>La percezione delle onde da parte dell'uomo.</p> <p>La trasmissione di informazioni con onde.</p> <p>La sovrapposizione di onde.</p> <p>Particelle interpretate come onde.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • conoscere le caratteristiche fondamentali e i fenomeni tipici del modello ondulatorio; • saper descrivere alcune situazioni che riguardano le onde meccaniche, le onde sonore, le onde elettromagnetiche e in particolare la luce; • conoscere e saper applicare il principio di sovrapposizione (in particolare per due sorgenti puntiformi in fase e per le onde stazionarie); • riconoscere nell'onda la possibilità di trasmettere energia e informazione senza il trasporto di materia; • conoscere e saper interpretare le esperienze che suggeriscono il carattere ondulatorio delle particelle.

<i>Argomenti</i>	<i>Obiettivi</i>
<p>Moti e leggi di conservazione <i>Dietro al cambiamento apparente qualcosa si conserva</i> L'energia e la sua conservazione. La traslazione e la conservazione della quantità di moto. La rotazione e la conservazione del momento angolare. Osservazioni sorprendenti con velocità molto grandi (relatività ristretta).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • riconoscere nelle grandezze che si conservano strumenti per la comprensione e la descrizione dei fenomeni naturali; • saper affrontare situazioni concrete in termini di bilancio delle grandezze che si conservano; • riconoscere i limiti di validità delle leggi classiche di conservazione (in particolare per massa e energia).
<p>Energia <i>Le forme di energia disponibili e il loro utilizzo</i> L'energia gravitazionale, di moto, termica, elettromagnetica e nucleare. Possibilità e limiti nelle trasformazioni dell'energia da una forma all'altra. Il secondo principio della termodinamica. Macchine termiche e entropia. Energia e universo. Bilancio energetico del pianeta Terra.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • saper descrivere tipici processi fisici in ambito meccanico, elettrico e termodinamico, sulla base del <i>primo principio</i> (conservazione dell'energia); • riconoscere nel <i>secondo principio</i> della termodinamica lo strumento privilegiato per la discussione dell'irreversibilità dei processi; • essere consapevole delle possibilità e dei limiti delle risorse energetiche a disposizione dell'umanità.
<p>Materia e radiazione <i>Il passaggio dal continuo al discreto</i> Le dimensioni estremamente piccole degli atomi e delle molecole. Temperatura e moto molecolare. L'indagine sulla struttura interna dell'atomo: Thomson, Rutherford e Bohr. Lo spettro d'emissione dell'idrogeno. La discretizzazione della carica elettrica: l'esperienza di Millikan. L'elettrone e la determinazione delle sue proprietà. La discretizzazione e la struttura della radiazione, l'ipotesi del fotone. Nuclei stabili e instabili; radioattività. I costituenti fondamentali della materia.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • conoscere le prove a favore dell'interpretazione atomistico-molecolare della materia e il contesto storico nel quale si è sviluppata; • conoscere esempi significativi in cui le relazioni fenomenologiche tra grandezze macroscopiche vengono interpretate attraverso un modello microscopico; • conoscere i metodi di indagine che hanno portato alla descrizione della struttura prima dell'atomo e poi del nucleo; • conoscere e saper descrivere le esperienze fondamentali che hanno portato all'ipotesi del fotone.

<i>Argomenti</i>	<i>Obiettivi</i>
<p>Fenomeni elettromagnetici</p> <p><i>Verso la sintesi della descrizione maxwelliana</i></p> <p>La corrente elettrica e i suoi effetti.</p> <p>Il fenomeno dell'induzione elettromagnetica.</p> <p>Le correnti alternate e alcuni semplici circuiti.</p> <p>Le onde elettromagnetiche.</p> <p>Applicazioni elettromagnetiche nella vita di tutti i giorni.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • conoscere gli aspetti fenomenologici della corrente elettrica in vari conduttori (curve caratteristiche, aspetti energetici, campo magnetico); • riconoscere e saper interpretare semplici fenomeni di induzione elettromagnetica e saperli ricondurre alla legge generale; • essere consapevole dell'importanza delle principali applicazioni tecnologiche e della loro ripercussione nell'evoluzione della società; • conoscere le principali tappe ed esperienze dello sviluppo dell'elettromagnetismo.
<p>Luce e movimento</p> <p><i>Alla scoperta delle proprietà dello spazio e del tempo</i></p> <p>Sistemi di riferimento e principio di relatività.</p> <p>Relatività galileiana, effetto Doppler.</p> <p>Movimento assoluto e esperimento di Michelson e Morley.</p> <p>Velocità della luce e velocità limite (relatività einsteiniana).</p> <p>Equivalenza tra massa ed energia.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • conoscere e saper distinguere alcune tra le più importanti concezioni di spazio e di tempo; • capire il significato del principio di relatività; • conoscere e saper descrivere le esperienze che supportano l'esistenza di una velocità limite. • conoscere e saper descrivere alcune conseguenze dell'equivalenza tra massa ed energia.
<p>Cosmologia e astrofisica</p> <p><i>L'unità dell'universo</i></p> <p>Grandezze caratteristiche delle stelle.</p> <p>Struttura e età dell'universo: redshift, legge di Hubble, radiazione di fondo.</p> <p>Evoluzione dell'universo in alcuni modelli cosmologici e alcuni problemi aperti.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • conoscere i metodi e le tecniche che permettono di determinare temperatura, luminosità, massa e composizione chimica delle stelle e capire che queste grandezze permettono di classificarle; • conoscere le principali prove sperimentali che ci danno informazioni sulla struttura dell'universo e sulla sua età (modello del big-bang, espansione dell'universo).

9.4. Organizzazione dell'insegnamento e scelte metodologiche

L'approccio didattico dovrà essere strutturato in modo da valorizzare e favorire la curiosità verso una maggiore e più approfondita conoscenza di fenomeni e modelli fisici, agendo in particolare sulle dinamiche di apprendimento degli allievi. Non si tratterà quindi di allestire un corso *ex cathedra* volto a colmare sistematicamente tutte le lacune lasciate in termini di argomenti non svolti dal *fisica – disciplina fondamentale*, ma occorrerà piuttosto ricercare,

attraverso l'analisi di quanto svolto precedentemente, quegli argomenti che consentano di completare la visione globale della materia, mirando in particolare a consolidare i «pilastri» già scelti per il *corso di base* e rappresentati dalle leggi di conservazione, dalla struttura della materia e dalla problematica continuo-discreto. Occorrerà strutturare l'attività didattica in modo che l'allievo possa assumere un ruolo sempre più cosciente e attivo nella costruzione del proprio sapere.

Sia l'aspetto sperimentale che quello informatico saranno sviluppati e affrontati direttamente dagli allievi a seconda degli argomenti e compatibilmente con le attrezzature e le possibilità logistiche della sede.

9.5. Valutazione

Si tratta di definire strategie di valutazione innovative, che diano all'allievo la possibilità di valorizzare il proprio apprendimento in relazione agli obiettivi del corso: all'allievo vanno quindi offerte opportunità diversificate di valutazione attraverso le quali possa dimostrare sia il livello raggiunto nelle competenze disciplinari (conoscenze e capacità) sia l'interesse per la materia. Occorre quindi superare una valutazione sommativa attuata esclusivamente attraverso la risoluzione dei tradizionali test e lavori scritti, ma prevedere anche altre forme: ad esempio presentazioni scritte e orali, approfondimenti tematici e attività di laboratorio. Per i singoli campi di studio trattati si verificherà che l'allievo sappia:

- distinguere tra definizioni di grandezze fisiche (in senso logico-formale) e la loro descrizione sulla base dell'osservazione sperimentale e del senso comune; distinguere tra carattere sperimentale e speculativo di leggi e principi; distinguere tra ipotesi, congettura, risultato sperimentale;
- distinguere le grandezze scalari da quelle vettoriali e applicare le strutture matematiche che le caratterizzano; distinguere qualitativamente dal punto di vista del comportamento fisico le grandezze estensive dalle grandezze intensive;
- applicare il concetto di sistema fisico, riconoscendo le grandezze che lo descrivono e interpretando i processi naturali sulla base delle interazioni che avvengono all'interno del sistema e/o degli scambi che intercorrono con l'ambiente circostante;
- affrontare e impostare in modo coerente la soluzione di un determinato problema: illustrare il metodo seguito, citare gli opportuni riferimenti ai principi e alle leggi generali impiegati, interpretare e commentare i risultati;
- adattare leggi generali al caso particolare; scegliere il modello adatto alla situazione particolare; utilizzare più modelli per descrivere una medesima situazione; applicare o estendere per analogia un dato modello; indicare le ragioni che, in una determinata situazione, impongono l'abbandono di un dato modello;
- pianificare un esperimento reale o concettuale per la confutazione di un'ipotesi o per decidere tra due ipotesi; valutare cosa è essenziale e cosa è trascurabile; eseguire le necessarie semplificazioni; valutare la realizzabilità di un esperimento;
- conoscere l'evoluzione dei concetti e dei modelli impiegati per la descrizione di determinati fenomeni;
- cogliere i nessi trasversali tra tematiche affini e stabilire analogie; applicare per analogia procedimenti studiati in situazioni nuove; riconoscere gli aspetti interdisciplinari.

10. Chimica – OC

Il corso non può essere scelto dagli allievi con opzione specifica *Biologia e chimica*

10.1. Caratterizzazione della disciplina

Il corso si prefigge di approfondire lo studio delle proprietà, della struttura e delle trasformazioni della materia.

Il corso si basa sullo studio di prodotti chimici di uso quotidiano e sullo sviluppo di temi trasversali quali:

- chimica del carbonio;
- chimica applicata alla tecnologia;
- processi di produzione, di smaltimento e di riciclaggio di sostanze;
- problemi ambientali;
- evoluzione del pensiero chimico.

10.2. Finalità formative e obiettivi dell'insegnamento

Il corso deve consentire all'allievo di:

- cogliere l'organizzazione logica insita nel pensiero chimico;
- capire come concetti e modelli chimici siano correlati da una complessa struttura logica;
- studiare le caratteristiche e le proprietà chimiche delle sostanze di uso domestico e industriale;
- comprendere il ruolo centrale che la chimica assume nella sintesi dei prodotti di uso quotidiano;
- confrontarsi con problemi rilevanti relativi alla produzione, all'uso e al consumo di prodotti chimici, quali, ad esempio: la sicurezza, l'impatto ambientale, l'inquinamento e il riciclaggio;
- prendere coscienza del fatto che abbiamo la possibilità di operare delle scelte in campo tecnologico e che queste scelte necessitano di senso critico fondato su una conoscenza appropriata del mondo materiale.

I concetti e i modelli della chimica vengono ordinati in nove categorie, o campi di studio, distribuite su tre aspetti dei fenomeni chimici: composizione/struttura, energia e tempo. Ogni aspetto è caratterizzato da un livello molare, molecolare e elettrico. La rete complessa di relazioni esistente all'interno della struttura logica viene messa in evidenza prendendo spunto dallo studio di materiali di uso quotidiano.

L'insegnamento così impostato deve consentire all'allievo di:

- individuare le relazioni esistenti tra natura elettrica, molecolare e molare di un materiale;
- comprendere il ruolo determinante svolto dall'energia nelle trasformazioni chimiche;
- comprendere l'importanza della dimensione temporale nelle trasformazioni chimiche e nelle proprietà di una sostanza;
- conoscere le principali classi di sostanze e le principali reazioni;
- utilizzare le conoscenze sulla natura chimica di un materiale per valutarne le possibili applicazioni;
- valutare rischi e benefici legati all'uso di determinate sostanze;

- applicare conoscenze chimiche a problemi di protezione ambientale e al riciclaggio di materiali;
- applicare i principali metodi di purificazione e di caratterizzazione di alcune sostanze;
- realizzare processi di sintesi chimica in laboratorio;
- applicare il metodo scientifico attraverso attività sperimentali di laboratorio e relative razionalizzazioni teoriche delle realtà studiate.

10.3. Campi e argomenti

La seguente tabella esplicita l'organizzazione logica del corso di *chimica – opzione complementare*.

Le categorie che risultano dalla struttura a doppia entrata definiscono nove campi di studio, all'interno dei quali vengono indicati possibili argomenti da sviluppare.

		Aspetto		
		Composizione/Struttura	Energia	Tempo
Livello	Molare	<ul style="list-style-type: none"> • Composizione relativa – Miscugli e sostanze pure – Composti e elementi • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Calorimetria • Energia libera e equilibrio • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Velocità di reazione • Energia di attivazione • ...
	Molecolare	<ul style="list-style-type: none"> • Formule chimiche • Isomeria • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Energia di legame • Interpretazione molecolare dell'entropia • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Teoria delle collisioni • Meccanismo di reazione • ...
	Elettrico	<ul style="list-style-type: none"> • Legame chimico • Ioni • Isotopi • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Spettroscopia • ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Fosforescenza • Fluorescenza • ...

Tratta e modificata da: Jensen, *J. Chem. Educ.*, 1998, 75, 679

Lo sviluppo degli argomenti si basa sullo studio di materiali di uso quotidiano, quali ad esempio: alimenti, antiparassitari, carta, cemento e laterizi, colori e coloranti, combustibili, cosmetici e profumi, creme solari e abbronzanti artificiali, detersivi, emulsionanti, esplosivi, farmaci, fertilizzanti, fibre tessili, materie plastiche, metalli e leghe, pellicole fotografiche, polimeri naturali, prodotti ceramici e refrattari, resine sintetiche, vetro ...

10.4. Organizzazione dell'insegnamento e scelte metodologiche

Sull'arco del biennio dovrebbero essere affrontati tutti i campi di studio (aspettoxlivello) risultanti dalla tabella. E data libertà al docente di scegliere i materiali e gli argomenti in base ai quali affrontare un aspetto a un determinato livello.

L'attività di laboratorio costituisce una metodologia fondamentale per tutto il corso: in questo contesto è quindi data maggiore rilevanza al metodo piuttosto che ai contenuti, intendendo per metodo l'acquisizione di informazioni dalle attività sperimentali o da altre fonti, lo sviluppo di processi deduttivi o induttivi, la capacità di comunicare e di discutere dei risultati.

10.5. Valutazione

Si prendono in considerazione strategie di valutazione che danno all'allievo la possibilità di valorizzare il proprio apprendimento in relazione agli obiettivi d'insegnamento. Occorre perciò prevedere opportunità diversificate di valutazione attraverso le quali dimostrare il livello delle competenze, nonché l'interesse e la disponibilità al lavoro e alle singole attività.

La valutazione terrà conto di prove scritte e orali, del lavoro svolto in laboratorio e di lavori eseguiti singolarmente o a gruppi.

In particolare, si verificherà che l'allievo sappia:

- individuare relazioni tra concetti e modelli della chimica e la struttura, le proprietà e le applicazioni tecnologiche dei materiali studiati;
- descrivere con linguaggio e simbologia chimica appropriati le strutture e le proprietà della materia;
- stabilire relazioni tra proprietà macroscopiche e modelli microscopici della materia;
- valutare qualitativamente e quantitativamente le grandezze termodinamiche e cinetiche in gioco nelle trasformazioni chimiche;
- utilizzare terminologia e simboli propri della chimica per la descrizione e l'interpretazione dei fenomeni;
- mettere in pratica il metodo scientifico attraverso la riproduzione e l'osservazione dei fenomeni in condizioni sperimentali, la misurazione di grandezze fisiche e chimiche, la formulazione di ipotesi;
- trovare relazioni tra esperienze quotidiane, esperimenti di laboratorio e conoscenze teoriche;
- pianificare e realizzare esperienze di laboratorio e processi di sintesi chimica;
- redigere rapporti sulle attività di laboratorio, comunicare e discutere risultati;
- comprendere informazioni su argomenti che riguardano la chimica nei suoi molteplici aspetti, discuterle in modo critico e assumere, nei loro confronti, una posizione fondata su conoscenze specifiche.

11. **Biologia – OC**

Il corso non può essere scelto dagli allievi con opzione specifica *Biologia e chimica*

11.1. **Caratterizzazione della disciplina**

L'opzione complementare rinforza e/o diversifica tematiche biologiche. Non si tratta di apprendere conoscenze specialistiche o tecniche, bensì di acquisire sia una cultura biologica di base sia la consapevolezza dell'esistenza di regole del gioco della vita sul pianeta, nella società, nel proprio corpo. Questa coscienza dovrebbe portare a comportamenti biocompatibili, responsabili e rispettosi di tutte le forme di vita.

Nella società attuale gli aspetti biologici sono inscindibili da aspetti economici, storici, sociali, etici, giuridici; l'allievo che non proseguirà gli studi nell'ambito delle scienze naturali dovrebbe, con l'opzione complementare, acquisire quella cultura biologica necessaria per padroneggiare e integrare questi aspetti.

L'opzione complementare può quindi lasciare spazio ad eventi biologici rilevanti forniti dall'attualità; di questi si dovranno comprendere ed analizzare le cause, i metodi e le implicazioni future.

11.2. **Campi, argomenti e obiettivi dell'insegnamento**

L'opzione complementare riprende i fili conduttori del corso di base, che l'allievo utilizza per avere una visione globale della complessità e delle interazioni dei fenomeni biologici nei diversi livelli di organizzazione dei viventi (molecole, cellule, organismi, biosfera). Per questo scopo l'opzione complementare si basa su tre pilastri:

1. La biologia nella vita quotidiana:
per formare gli allievi, che saranno chiamati ad essere dei «cittadini responsabili», sono indispensabili un approccio biologico alla vita di tutti i giorni e una conoscenza delle applicazioni tecnologiche (tempi brevi).
2. La stabilità degli equilibri:
i vari livelli di organizzazione si fondano, a medio termine (tempi medi), su equilibri armoniosi che sottostanno a regole fondamentali, se queste non vengono rispettate o sono ignorate, i disequilibri che ne derivano si ripercuotono a tutti i livelli.
3. L'instabilità e l'evoluzione:
contrapposta alla visione globale degli equilibri vi è anche la visione evolutiva, basata sui cambiamenti che, in tempi lunghi, sono creatori di diversità, di complessità e di nuovi equilibri («Le temps est créateur et non destructeur», A. Jacquard). Con ciò l'allievo dovrebbe acquisire consapevolezza del rispetto della diversità in tutte le sue forme.

11.3. I pilastro, Biologia nella vita quotidiana, tempi brevi

<i>Campi</i>	<i>Argomenti</i>	<i>Obiettivi</i>
Le applicazioni biologiche nel quotidiano	Organismi transgenici: metodi, scopi e conseguenze. Terapia genica e nuovi medicinali. Uso dei microrganismi dall'antichità ai giorni nostri.	<i>Prendere coscienza dei significati etici, sociali ed economici dei problemi che la biologia applicata solleva costantemente.</i> <i>Valutare criticamente le modalità con cui si ottengono, si utilizzano e si comunicano i risultati della ricerca biologica.</i> <i>Riflettere sullo sviluppo e sull'applicazione di biotecnologie ed ingegneria genetica.</i>
Gli orologi biologici	Ritmi circadiani, lunari, stagionali e di riproduzione. La regolazione nervosa, ormonale (e di altro tipo) dei ritmi biologici e loro disfunzioni.	<i>Raccogliere informazioni e dati.</i> <i>Elaborare i dati e valutare criticamente i risultati ottenuti.</i>
Prioni, virus e monere	Struttura e funzioni dei microrganismi. Relazioni tra microrganismi. Relazioni dei microrganismi con piante, animali e uomo. Aspetti sanitari, di prevenzione e curativi.	<i>Usare le conoscenze acquisite per un comportamento adeguato e responsabile a livello della propria salute.</i>
Riconoscere e difendere il <i>self</i>	Distinguere tra <i>self</i> e <i>non self</i> . Difese aspecifiche e specifiche (umorale e cellulare). Patologie del sistema immunitario: malattie autoimmuni, allergie, immunodeficienze. Trapianti, anticorpi monoclonali, vaccini,...	<i>Riflettere sui progressi della medicina in rapporto all'evoluzione delle malattie.</i> <i>Usare le conoscenze acquisite per un comportamento adeguato e responsabile a livello della propria salute.</i>

<i>Campi</i>	<i>Argomenti</i>	<i>Obiettivi</i>
Neuroni + neuroni = cervello?	<p>Evoluzione del sistema nervoso dall'idra all'uomo.</p> <p>Basi cellulari e neurotrasmettitori.</p> <p>Sistemi sensoriale e motorio.</p> <p>Cervello e comportamento (emozioni, apprendimento, memoria, coscienza, ...).</p> <p>Effetti di medicinali e di droghe.</p>	<p><i>Usare le conoscenze acquisite per un comportamento adeguato e responsabile a livello della propria salute e delle relazioni con gli altri.</i></p>
Evoluzione di una situazione ambientale	<p>Successioni ecologiche dopo catastrofi ambientali, quali incendi, frane,...</p> <p>Successioni ecologiche dopo attività umane, quali il sovraccarico di bestiame, le monoculture (foreste, vigneti, campi), dati BUWAL o Sanasilva, monoculture (foreste, vigneti, campi),</p> <p>Invasione delle piante alloctone (esotiche).</p> <p>Evoluzione di ambienti acquatici (laghi e laghetti alpini).</p>	<p><i>Saper applicare leggi ecologiche.</i></p> <p><i>Analizzare dati e risultati ottenuti sul terreno e in laboratorio.</i></p> <p><i>Sintetizzare risultati di prelievi, rilievi ed esperimenti.</i></p> <p><i>Valutare criticamente procedure e risultati sperimentali.</i></p> <p><i>Saper usare le conoscenze acquisite per un comportamento adeguato e responsabile a livello dell'ambiente e della salute e per tendere verso un'etica della natura e verso uno sviluppo sostenibile.</i></p>

Agganci con altre materie: economia, geografia, storia, filosofia.

11.4. II pilastro, Stabilità degli equilibri, tempi medi

<i>Campi</i>	<i>Argomenti</i>	<i>Obiettivi</i>
Cosa si nasconde dietro la diversità dei comportamenti?	Comportamento innato e acquisito. Comportamento sessuale. Comportamento sociale.	<i>Essere consapevoli dell'esistenza di comportamenti rigidi, ma anche di comportamenti plastici che permettono l'adattamento e la sopravvivenza delle specie.</i>
Sociali si nasce o si diventa?	Come e perché nascono le società animali temporanee o stabili. La società considerata come un superorganismo e la sua regolazione. La comunicazione tra gli invertebrati e tra i vertebrati.	<i>Usare le conoscenze acquisite per comprendere il ruolo di un individuo nella società e l'importanza delle interazioni tra individui.</i>
Elogio della biodiversità	Biodiversità come diversità di specie, diversità genetica e diversità ecologica. Problemi legati alle monoculture e agli allevamenti selezionati. Banche di geni; clonazione.	<i>Riuscire a ipotizzare le possibili conseguenze del venire meno della biodiversità in seguito alla scomparsa di specie, all'estensione di monoculture, alla diffusione di specie transgeniche. Capire i vantaggi del diverso rispetto al simile (società multietnica e multiculturale).</i>
Immortalità o sessualità?	Riproduzione asessuata negli uni- e nei pluricellulari. Primi tentativi verso la sessualità negli uni- e nei pluricellulari. La morte come prezzo della specializzazione. Apoptosi. Sessualità e diversità. Sessualità e immortalità potenziale dei geni. Interazioni genotipo/fenotipo/ambiente/società.	<i>Capire il senso biologico della sessualità come generatrice di diversità. Capire l'importanza della diversità e rispettarla. Essere consapevole di essere depositari transitori di geni che ci sopravviveranno.</i> vedi allegato 2 (mappa concettuale)

<i>Campi</i>	<i>Argomenti</i>	<i>Obiettivi</i>
La comunicazione	La comunicazione tra cellule (mediatori, recettori, membrane). Malattie dovute a difetti nella comunicazione tra cellule (morbo di Parkinson, diabete, ...). La comunicazione tra individui (acustica, visiva, olfattiva, tattile, ...).	<i>Riconoscere le implicazioni della comunicazione sulla sopravvivenza degli individui e delle specie.</i>
L'ipotesi di Gaia?	Considerare il pianeta terra come un organismo capace di autoregolazione e come un sistema complesso nel quale aspetti biologici, chimici e fisici sono legati in un unico processo evolutivo. La fisiologia di Gaia prima e dopo la comparsa dell'uomo.	<i>Prendere coscienza della posizione e del ruolo dell'uomo nella natura.</i>

Agganci con altre materie: sociologia, psicologia, filosofia.

11.5. III pilastro, Instabilità ed evoluzione, tempi lunghi

<i>Campi</i>	<i>Argomenti</i>	<i>Obiettivi</i>
Chi siamo, da dove veniamo, dove andiamo?	Filogenesi umana. Evoluzione culturale e sociale dell'uomo. Specificità dell'essere umano.	<i>Essere consapevoli della posizione e del ruolo dell'uomo nella natura.</i>
Storia della vita sulla terra	Prime cellule. Passaggio dai procarioti agli eucarioti. Passaggio dagli unicellulari ai pluricellulari. Passaggio dalla vita acquatica a quella terrestre.	<i>Comprendere l'entità dei tempi dell'evoluzione. Comprendere che la collaborazione e l'interazione tra cellule eucariote ha permesso l'esplosivo successo della vita sulla terra.</i>
Le catastrofi ecologiche	Cicli biogeochimici (C, O, N, ...), equilibri, successioni ecologiche, climax. Le catastrofi naturali (estinzione dei dinosauri, glaciazioni, ...). Effetti dell'attività umana sui cicli e sugli equilibri (inquinamento del suolo, dell'acqua e dell'aria).	<i>Valutare le possibili conseguenze dell'inquinamento ambientale e ipotizzare soluzioni praticabili. Essere consapevoli della necessità di una corretta gestione della biosfera.</i>
Storia del pensiero biologico e delle scoperte biologiche	Scelta esemplare delle principali teorie biologiche (teoria cellulare, teoria della biogenesi, teoria cromosomica dell'ereditarietà, ...) e di alcune scoperte biologiche (Pasteur, Fleming, Avery, De Duve, ...).	<i>Essere consapevole dell'evoluzione delle idee e delle scoperte della biologia, dell'influsso che esse hanno avuto, hanno ed avranno sulla cultura i costumi e la qualità della vita. Comprendere le relazioni tra la biologia e le altre discipline, anche alla luce di una retrospettiva storica, contribuendo in questo modo all'integrazione del sapere.</i>
Dalle Galapagos al «gene egoista»	Acidi nucleici e codice genetico. Mutazioni. Radiazione adattativa e convergenza evolutiva. Origine e sviluppo del pensiero evolucionista. Prove dell'evoluzione e i principali meccanismi evolutivi.	<i>Essere coscienti che l'evoluzione delle specie è determinata sia dalle mutazioni genetiche e dalla variabilità genetica legata alla riproduzione sessuata, sia dalla selezione naturale.</i>

Agganci con altre materie: storia, geografia, filosofia, etnologia.

11.6. Indicazioni metodologiche

- È auspicabile la scelta di almeno tre tematiche, una per «pilastro», ogni anno;
- La sequenza dei campi e degli argomenti rispecchia una cronologia che va da tempi molto brevi a tempi estremamente lunghi (giorni, anni, milioni di anni). Alle singole sedi è data comunque la libertà di scegliere l'ordine temporale dei tre «pilastri».
- Per favorire il coinvolgimento e l'apprendimento dell'allievo è auspicabile ricorrere ad un ampio repertorio didattico quale lo studio di casi, l'elaborazione di mappe concettuali, le attività sperimentali di laboratorio, nonché interventi di conferenzieri esterni, uscite di studio

11.7. Valutazione

Si tratta di definire strategie di valutazione innovative che diano all'allievo la possibilità di valorizzare il proprio apprendimento in relazione agli obiettivi del corso: all'allievo vanno quindi offerte opportunità diversificate di valutazione attraverso le quali dimostrare il livello raggiunto nelle competenze disciplinari (conoscenze e capacità) e l'interesse per la materia. Occorre quindi superare una valutazione sommativa attuata esclusivamente attraverso la risoluzione dei tradizionali test e lavori scritti, ma prevedere anche altre forme quali presentazioni scritte e orali, approfondimenti tematici, attività di laboratorio.

12. Applicazioni della matematica – OC

Il corso non può essere scelto dagli allievi con opzione specifica *Fisica e applicazioni della matematica*.

L'aspetto centrale del lavoro proposto è la costruzione di una conoscenza strutturata su un determinato tema secondo il procedimento seguente:

- analisi delle premesse (ipotesi);
- sviluppo di una teoria (da intendere in senso lato, non nel senso stretto dato a questo termine dalla logica matematica);
- ottenimento e analisi di risultati.

L'OC è una sede privilegiata per affrontare la matematica anche nei suoi aspetti storici e filosofici.

12.1. Obiettivi generali

Si vuole dare particolare importanza agli obiettivi culturali: la matematica può anche essere pensata come continuazione della formazione culturale già acquisita dall'allievo; occorrerà curare gli aspetti storici, filosofici, epistemologici. Si dovrà aiutare l'allievo a percepire il senso estetico della disciplina, a provar piacere per la matematica. L'estetica può essere vista in più modi: la bellezza di un'immagine generata da algoritmi, la finezza di una certa forma di pensiero, la sintesi contenuta in certe relazioni, il cui valore va al di là dell'aspetto puramente formale (ad esempio la notevole formula $e^{i\pi} + 1 = 0$).

Gli obiettivi saranno coniugati secondo le tre categorie usuali:

- il *sapere*, costituito soprattutto di alcune nozioni nuove, che permettano di rispondere, almeno in parte, alle domande (problemi) poste all'inizio;
- il *saper essere*, visto come attitudine positiva, tesa a scoprire mondi affascinanti, inaspettati;
- il *saper fare*, visto come capacità di manipolare oggetti appartenenti a strutture fino a poco tempo prima sconosciute, capacità di scoprirne il fascino (e anche i limiti), di saper trovare dei risultati e di saperli criticare.

È auspicabile l'uso di mezzi informatici (elaborazione di dati, rappresentazioni grafiche, Internet); più in generale, l'allievo dovrebbe essere messo in grado di affrontare una ricerca: data una situazione (problema), formulare congetture e cercare strade risolutive, in un contesto alla sua portata.

Campi

Ne dovrebbero essere svolti almeno due per anno.

12.1.1. Geometria proiettiva

Obiettivi

Capire l'evoluzione storica e culturale di una disciplina; l'importanza della scelta degli assiomi in una teoria matematica; la natura del ragionamento matematico; la differenza tra il metodo matematico e il metodo usato nelle scienze sperimentali; l'influenza esercitata dalla geometria proiettiva in altri ambiti scientifici.

Riconoscere le proprietà di una figura che restano invariate per proiezione e per sezione. Usare il metodo proiettivo come trasformazione delle figure per continuità.

Eseguire costruzioni geometriche basate sulle proprietà proiettive.

12.1.2. Geometrie non euclidee

Obiettivi

Capire l'evoluzione storica e culturale di una disciplina; l'importanza della scelta degli assiomi in una teoria matematica (nel caso delle geometrie non euclidee la messa in discussione del V postulato); la natura del ragionamento matematico; la differenza tra il metodo matematico e il metodo usato nelle scienze sperimentali; l'influenza esercitata dalle geometrie non euclidee in altri ambiti scientifici.

12.1.3. Teoria dei gruppi

Obiettivi

Individuare ambiti matematici (e non), di vario genere, che conducano naturalmente alla nozione di gruppo. Confrontare le basi assiomatiche della teoria dei gruppi con quelle di struttu-

re algebriche similari. Operare su un gruppo definito «per generatori e relazioni». Conoscere la struttura e il grafo rappresentativo di alcuni gruppi classici finiti (diedrale, quaternionico ecc.). Operare con gruppi di permutazioni e, in particolare, scomporre una permutazione in cicli e riconoscerne la parità. Acquisire le peculiarità tecniche di indagine e dimostrazione applicabili ai gruppi abeliani, giungendo al risultato fondamentale, per cui un abeliano di generazione finita è somma diretta di gruppi ciclici.

12.1.4. I grafi e le loro applicazioni

Obiettivi

Conoscere la definizione di grafo e di alcuni tipi particolari di grafi.

Applicare le conoscenze sui grafi a problemi extra-matematici.

Applicare le conoscenze sui grafi a questioni matematiche, con lo scopo di approfondire e ampliare la conoscenza e di interpretare certi contenuti secondo un'ottica diversa.

12.1.5. Fondamenti della matematica (logica e insiemistica)

Logica

Obiettivi

Manipolare oggetti (proposizioni) il cui valore è *vero* o *falso*. Verificare la verità o falsità di una proposizione, anche usando un linguaggio formale. Applicare certi principi della logica a situazioni ricorrenti in un normale corso di matematica, quali la dimostrazione di un teorema o l'analisi di un contro-esempio, e ad altre situazioni teoriche e pratiche (ad es. macchina di Turing, computer).

Insiemistica

Obiettivi

Analizzare a fondo situazioni spesso ricorrenti in un normale corso di matematica. Ad es.: che cosa significa «infinito»? È solo un modo di dire (Gauss) o è un oggetto con il quale si può concretamente operare (Cantor)? Due quantità infinite hanno sempre stessa grandezza? Acquisire una certa capacità di astrazione, ad es. rendendosi conto che nell'universo della matematica ogni oggetto è un insieme, comprendere regole (assiomi) che reggono una determinata teoria. Analizzare esempi che mostrano i limiti dell'approccio intuitivo (paradossi di Russell). Costruirsi un'idea di teoria che permetta di introdursi nel problema della coerenza, con possibilità di aggancio a quanto visto sopra per la logica.

12.1.6. Matematica e informatica

Obiettivi

Apprendere l'uso di uno o più programmi per la matematica (CAS -Computer Algebra System) o utilizzabili anche per fare matematica (foglio elettronico o altro), oppure servirsi di un linguaggio di programmazione. Decidere quando e come usare il computer, rendersi conto dei limiti quantitativi e qualitativi della macchina. Rendersi conto, con esempi concreti, che il computer può essere un mezzo utile, a volte indispensabile, ma a volte fuorviante. Impostare piccoli progetti, da sviluppare anche con l'ausilio del mezzo informatico, ed elaborare dei rapporti con premesse, percorso seguito, conclusioni.

12.1.7 Matematica e astronomia

Obiettivi

Generali: mettersi in dubbio davanti all'Universo, capire la necessità di trovare modelli matematici di eventi. Capire che nella scienza esiste il dubbio (ad es. perché ci sono anomalie di comportamento nel moto di certi astri).

Culturali: capire i contesti culturali e le ricerche nella storia della visione dell'Universo.

Matematici: apprendere le basi matematiche della relatività speciale, con cenni anche a quella generale, e l'impianto matematico descrittivo del modello del moto dei pianeti, delle stelle, delle galassie. Afferrare il concetto di sistema relativo e di sistema assoluto, studiare traiettorie coniche, calcolare distanze astronomiche.

12.1.8. Infinito filosofico, infinito matematico

Obiettivi

Comprendere i paradossi della filosofia greca alla luce del moderno pensiero matematico (insiemi, limiti), l'esistenza di vari «livelli» di infinito, il significato di certi enunciati contrari al senso comune. Acquisire i concetti di insieme ordinato e di similitudine tra insiemi ordinati. Operare con l'aritmetica dei cardinali e degli ordinali.

12.1.9. Matrici e applicazioni lineari

Obiettivi

Conoscere le basi del calcolo matriciale ed eseguire le operazioni anche con l'ausilio del mezzo informatico. Conoscere le principali trasformazioni geometriche del piano. Risolvere sistemi lineari di equazioni, anche con metodi informatici. Rappresentare figure e solidi con un computer. Utilizzare un foglio elettronico e altro «software» matematico (CAS) nei contesti geometrico e algebrico.

12.1.10. Metodi della statistica

Obiettivi

Analizzare e descrivere, anche graficamente, insiemi di dati numerici. Conoscere i concetti di centralità e di dispersione attorno alla media. Usare il computer per elaborare dati in senso statistico.

Capire i termini del problema del campionamento statistico.

Conoscere i vari modi per stimare la media con intervalli di confidenza. Effettuare test statistici sulla media.

Usare la retta di regressione per prevedere risultati.

12.1.11. Processi dinamici

Obiettivi

Conoscere il significato di processi iterativi e ricorsivi e saperli manipolare. Conoscere i concetti, il linguaggio formale e i procedimenti utili per lo studio di tali processi. Capire un processo, sia dal punto di vista teorico che da quello pratico (descrizione di un algoritmo).

12.1.12. Geometria descrittiva

Obiettivi

Rappresentare la realtà tridimensionale con un metodo rigoroso e risolvere problemi geometrici con delle costruzioni. Prendere confidenza con una tecnica di disegno. Scoprire il significato teorico presente in certe situazioni (a volte dall'aspetto apparentemente solo tecnico). Capire il significato e l'uso di elementi geometrici non abituali, quali punti e rette impropri. Rappresentare situazioni di una certa complessità, curando anche gli aspetti grafico ed estetico.

12.1.13. Teoria dei numeri

Obiettivi

Conoscere l'importanza storica di questa teoria. Applicare il metodo di dimostrazione per induzione completa. Risolvere alcune equazioni di Diofanto. Riconoscere la struttura algebrica degli insiemi Z_n (di gruppo, di anello, di corpo). Risolvere equazioni del tipo $ax=0$ in Z_n . Applicare il piccolo teorema di Fermat. Capire il fascino e l'importanza dei problemi sui numeri primi, sui numeri perfetti, sui numeri di Mersenne e di Fermat. Determinare qualche frazione continua. Studiare la successione di Fibonacci.

12.1.14. Matematica e mineralogia

Obiettivi

Prendere consapevolezza del legame tra forme geometriche e simmetrie e le caratteristiche fisiche dei cristalli. Descrivere questo mondo matematicamente. Rappresentare con diagrammi adeguati la struttura spaziale di reticoli cristallini. Capire le classificazioni dei minerali in base al loro aspetto geometrico.

12.1.15. Teoria dei giochi

Obiettivi

Analizzare situazioni di conflitto, cioè situazioni in cui due (o più) partiti perseguono interessi contrastanti. Costruire modelli matematici adeguati («giochi»), impostare in essi determinati problemi, ricercare soluzioni e acquisire strumenti matematici (matrici, programmazione lineare, calcolo delle probabilità, analisi, ...) e informatici necessari.

12.1.16. Introduzione storica alla topologia

Obiettivi

Conoscere le condizioni storiche che hanno portato alla nascita della topologia. Conoscere, attraverso lo studio di esempi scelti, le basi della topologia.

Applicare le conoscenze acquisite ad alcune questioni fondamentali della geometria. Applicare le conoscenze acquisite per approfondire qualche problema di analisi.

12.1.17. Metodi numerici

Obiettivi

Capire problemi che la matematica non può risolvere con metodi algebrici (ad es. risolvere un'equazione trascendente). Comprendere e applicare metodi algebrici elaborati (ad es. l'algoritmo di Gauss per un sistema lineare) e i relativi problemi di approssimazione, rendersi

III. Il settore matematica e scienze sperimentali

conto di alcune possibilità d'uso e dei limiti di un computer. Conoscere e applicare alcuni metodi numerici classici (ad es. l'algoritmo di Newton per risolvere un'equazione).

12.1.18. Successioni numeriche; matematica finanziaria

Obiettivi

Cogliere la differenza tra metodo induttivo e metodo deduttivo. Capire il principio di induzione e saper fare semplici dimostrazioni. Risolvere semplici problemi di matematica finanziaria. Acquisire una competenza informatica relativa agli argomenti trattati (utilizzare un foglio elettronico e altro software matematico (CAS)).

12.1.19. Equazioni differenziali

Obiettivi

Capire il concetto di equazione differenziale e applicarlo a problemi nel campo della fisica e di altre discipline. Distinguere alcuni tipi di equazioni differenziali e risolverle.

12.1.20. Programmazione lineare

Obiettivi

Determinare massimi o minimi di una funzione lineare a più variabili (funzione obiettivo), sotto opportune condizioni (vincoli) espresse da disequazioni lineari. Trattare problemi concreti tipici (per esempio trasporti da effettuare al minimo costo, problemi di produzione con il massimo profitto, problemi di organizzazione). Impostare un modello matematico e risolvere problemi graficamente (insiemi e disequazioni in \mathbb{R}^2 e in \mathbb{R}^3), oppure algebricamente (insiemi e disequazioni in \mathbb{R}^n , sistemi lineari e matrici).

12.2. Valutazione

Si dovranno programmare unità didattiche ragionevolmente «chiuse» (non troppo dispersive), su cui far lavorare l'allievo. Le prove scritte e orali di grado e la qualità della partecipazione come pure il colloquio personale con il docente sul lavoro svolto dovranno permettere di accertare il conseguimento degli obiettivi.