

TEMI DI STORIA DELLA MATEMATICA

Proposte per il Liceo matematico

Documento a cura della Commissione costituita dal Gruppo UMI del Licei Matematici, formata da:

*Filomena Aiello, Carlo Avolio, Armando Bernardini, Francesco Bologna, Silvia Castoldi, Silvia Cerasaro, Daniela Cialfi, Antonella Contini, Paolo Francini, Paolo Giangrandi, **Maria Giulia Lugaresi (coordinatrice della Commissione)**, Adriana Marigliano, Giuseppe Augusto Marino, Paola Morettin, Iolanda Nagliati, Nicla Palladino, Daniele Pasquazi, Lucia Serena Spiezia, Jacopo Viti.*

Data: 31 agosto 2026

PARTE INTRODUTTIVA

Introduzione: il ruolo della storia della matematica nella didattica

La matematica, così come viene presentata nei curricula scolastici, appare spesso agli studenti come un edificio già costruito: un insieme coerente di definizioni, teoremi e tecniche operative, organizzati secondo una struttura logica rigorosa. Questa immagine, pur necessaria per l'apprendimento formale della disciplina, rischia tuttavia di nascondere la natura autentica della matematica come processo storico, dinamico, caratterizzato da tentativi, errori, intuizioni, crisi e profonde trasformazioni concettuali. In questo contesto, la storia della matematica può svolgere un ruolo fondamentale nella didattica, contribuendo a restituire alla disciplina la sua dimensione culturale e problematica. Introdurre elementi di storia della matematica nel percorso del liceo matematico significa offrire agli studenti non solo una maggiore consapevolezza dei contenuti che studiano, ma anche una comprensione più profonda del loro significato, delle loro origini e delle ragioni che ne hanno determinato lo sviluppo.

Dal punto di vista didattico, la storia della matematica consente innanzitutto di mettere in luce il legame tra problemi concreti e costruzioni teoriche. Molti concetti matematici sono nati infatti da esigenze pratiche: la misura dei terreni, il calcolo delle grandezze, la descrizione del moto, l'analisi dei fenomeni aleatori. Ripercorrere queste origini permette agli studenti di cogliere il senso dei concetti matematici, evitando che essi vengano percepiti come puramente astratti. Un secondo aspetto rilevante riguarda la possibilità di evidenziare i cambiamenti di prospettiva che hanno segnato la storia della matematica. La disciplina non si è sviluppata in modo lineare e cumulativo, ma attraverso vere e proprie svolte: il passaggio dalla matematica empirica alla geometria deduttiva, l'introduzione del simbolismo algebrico, la nascita del calcolo infinitesimale, la scoperta delle geometrie non euclidee, lo studio dei fondamenti. Analizzare questi momenti consente di mostrare agli studenti che la matematica è una costruzione storica, soggetta a revisioni e ripensamenti, e che anche concetti oggi ritenuti "evidenti" sono stati oggetto di discussione e difficoltà.

La storia della matematica offre inoltre un contributo importante sul piano epistemologico e filosofico. Attraverso di essa è possibile affrontare questioni di fondo: che cos'è un numero? che cosa significa dimostrare? qual è il rapporto tra matematica e realtà? quali sono i limiti della conoscenza matematica? Tali interrogativi, opportunamente adattati al livello degli studenti, possono favorire lo sviluppo di un atteggiamento critico e riflessivo nei confronti della disciplina. Un ulteriore elemento di valore è rappresentato dalla possibilità di costruire collegamenti interdisciplinari. La matematica, nella sua storia, è profondamente intrecciata con la filosofia (si pensi al pensiero greco o alle riflessioni sull'infinito), con la storia (lo sviluppo delle civiltà e delle pratiche scientifiche), con la fisica (in particolare a partire dall'età moderna), ma anche con la letteratura e la cultura in senso ampio. L'introduzione di temi storici consente dunque di inserire la matematica in un contesto più ampio, contribuendo a superare la sua percezione come disciplina isolata.

L'uso della storia della matematica deve tuttavia essere calibrato con attenzione. Non si tratta di proporre una ricostruzione storica completa e sistematica, né di sostituire lo studio dei contenuti matematici con una narrazione storica. L'obiettivo è piuttosto quello di individuare alcuni momenti significativi, particolarmente ricchi dal punto di vista concettuale e didattico, che possano essere integrati nel percorso curricolare e contribuire a chiarire e approfondire i contenuti studiati. La proposta qui presentata si muove in questa direzione. Essa individua una selezione di temi fondamentali nella storia della matematica, scelti non con l'intento di coprire in modo esaustivo l'intero sviluppo della disciplina, ma privilegiando alcune grandi svolte del pensiero matematico. Si tratta di momenti in cui emergono nuovi oggetti matematici, nuovi metodi o nuovi modi di intendere la matematica stessa, e che risultano particolarmente significativi anche dal punto di vista didattico per studenti del liceo matematico.

I temi proposti, in numero limitato (almeno uno per anno scolastico, a seconda delle scelte didattiche), sono pensati come nuclei flessibili, che possono essere sviluppati in modo diverso a seconda del contesto, del tempo disponibile e degli obiettivi formativi. Essi non costituiscono un percorso cronologico completo, ma una serie di "finestre" su momenti chiave della storia della matematica, ciascuno dei quali può

essere approfondito attraverso esempi, problemi storici, attività laboratoriali e collegamenti interdisciplinari. In questa prospettiva, la storia della matematica diventa uno strumento per:

- motivare l'apprendimento dei contenuti matematici;
- chiarire il significato dei concetti e delle procedure;
- imparare a lavorare sulle fonti storiche;
- sviluppare capacità di riflessione critica;
- favorire collegamenti con altre discipline;
- presentare la matematica come un'attività umana, dinamica e in evoluzione.

L'intento complessivo è quello di contribuire a una visione della matematica più ricca e articolata, che affianchi al rigore formale la consapevolezza storica e culturale, rendendo l'apprendimento più significativo e formativo per gli studenti del liceo matematico.

Un ulteriore aspetto di particolare interesse didattico è rappresentato dall'uso, anche selettivo e guidato, di fonti storiche. Evidentemente, nel contesto del liceo scientifico non è possibile proporre uno studio sistematico e approfondito dei testi originali della tradizione matematica, né affrontare in modo completo la complessità filologica e linguistica delle fonti. Tuttavia, la scelta mirata di alcuni brani significativi — opportunamente adattati, tradotti e contestualizzati — può costituire un potente strumento didattico. Il contatto diretto, anche parziale, con testi di autori come Euclide, Archimede, Fibonacci, Cardano o Galileo consente agli studenti di confrontarsi con il linguaggio matematico in una forma diversa da quella contemporanea, mettendo in evidenza differenze di notazione, di metodo e di impostazione concettuale. Questo confronto favorisce una comprensione più profonda dei concetti e contribuisce a sviluppare la consapevolezza che la matematica non è un linguaggio immutabile, ma una costruzione storica. Inoltre, l'uso delle fonti permette di restituire ai problemi matematici la loro dimensione originaria: non esercizi astratti, ma questioni concrete, spesso legate a contesti pratici o teorici ben definiti. Anche brevi estratti — ad esempio una dimostrazione dagli *Elementi*, un problema del *Liber Abaci*, un passo relativo al calcolo infinitesimale o alla probabilità — possono diventare occasione di lavoro attivo, di discussione e di rielaborazione. In questa prospettiva, le fonti storiche non sono semplicemente materiali di approfondimento, ma strumenti per costruire un'esperienza didattica più ricca e significativa. Esse permettono di avvicinare gli studenti al modo in cui la matematica si è effettivamente sviluppata, rendendo più evidente il carattere problematico, creativo e progressivo della disciplina.

Storia della matematica: riferimenti alle Indicazioni Nazionali

Le nuove Indicazioni Nazionali per il Liceo Scientifico attribuiscono alla matematica una funzione centrale nella formazione culturale, personale e civile dello studente, riconoscendone esplicitamente la duplice natura: strumentale e culturale. La matematica è presentata non soltanto come insieme di tecniche operative e procedure di calcolo, ma come linguaggio per descrivere e interpretare la realtà, come forma di pensiero rigorosa e creativa, e come costruzione storica in continua evoluzione. In più passaggi del documento ministeriale è esplicitamente richiamata l'esigenza di comprendere come il pensiero matematico sia nato e si sia sviluppato storicamente in relazione ad altri ambiti del sapere, in particolare la filosofia, le scienze naturali e la tecnica. La dimensione storica non appare dunque come un complemento facoltativo, ma come una componente strutturale della formazione matematica nel liceo scientifico, funzionale alla comprensione profonda dei concetti, dei metodi e dei valori della disciplina.

La matematica come sistema teorico in costruzione. Le Indicazioni affermano che lo studente, nel corso del liceo, deve costruire gradualmente una comprensione della matematica come sistema teorico, costituito da concetti e proposizioni che hanno significato e sono collegati tra loro da idee generali, procedimenti e dimostrazioni, in un orizzonte di senso personale e collettivo. Tale visione implica una rappresentazione della matematica lontana da quella di un sapere statico e concluso: la matematica emerge come il risultato di un lungo processo storico, segnato da problemi aperti, tentativi incompleti, crisi concettuali e profonde riorganizzazioni teoriche. L'invito a coinvolgere attivamente gli studenti in situazioni problematiche, nelle fasi di esplorazione, formulazione di ipotesi e argomentazione, riproduce consapevolmente dinamiche che sono state centrali nello sviluppo storico della matematica. In questo senso, l'uso della storia della matematica non si limita a fornire un contesto culturale, ma diventa uno strumento didattico privilegiato per mettere in luce il significato genetico dei concetti e per evitare una presentazione puramente formalizzata e decontestualizzata dei risultati.

Assiomi, dimostrazione e modelli di razionalità. Un ruolo particolarmente significativo è attribuito allo studio della geometria euclidea come sistema assiomatico. La comprensione dei concetti di assioma, definizione, teorema e dimostrazione, e la riflessione esplicita sul V postulato, rappresentano un chiaro richiamo alla nascita del pensiero deduttivo nella Grecia antica e al modello di razionalità inaugurato dall'opera di Euclide.

Le Indicazioni richiedono che lo studente riconosca il ruolo degli assiomi come scelte fondative, da cui scaturisce uno sviluppo coerente di teoremi. Questa impostazione apre naturalmente alla possibilità di percorsi storici che mostrino:

- il passaggio dalla geometria empirica delle civiltà antiche alla geometria deduttiva;
- le difficoltà legate al postulato delle parallele;
- la nascita delle geometrie non euclidee, esplicitamente menzionate anche tra i temi suggeriti negli approfondimenti.

Tali percorsi consentono di mettere in discussione l'idea ingenua di una matematica fondata su verità "auto-evidenti" e di mostrare invece come la disciplina costruisca mondi teorici coerenti a partire da assunzioni iniziali diverse.

Numero, linguaggio e sviluppo dell'algebra. Nel nucleo Aritmetica e Algebra emergono numerosi riferimenti, espliciti e impliciti, alla storia dei concetti matematici. Il confronto tra sistemi di numerazione, la valorizzazione del sistema posizionale e il riconoscimento del suo impatto sullo sviluppo scientifico e sociale introducono una prospettiva storica sul rapporto tra strumenti matematici e progresso culturale. Analogamente, la distinzione tra numeri razionali e irrazionali richiama la crisi degli incommensurabili nell'antica Grecia, mentre l'introduzione dei numeri reali e complessi è accompagnata dalla richiesta di riconoscere l'origine storica, in connessione con problemi concreti di misura o con la risoluzione delle equazioni algebriche. Anche lo sviluppo del linguaggio algebrico e simbolico, centrale negli obiettivi del curriculum, trova una sua piena comprensione attraverso la ricostruzione storica delle pratiche algebriche, dal linguaggio retorico fino alla formalizzazione moderna.

Funzioni, modellizzazione e nascita della scienza moderna. Il concetto di funzione, che attraversa trasversalmente l'intero curriculum, è presentato come strumento fondamentale per descrivere relazioni e modellizzare fenomeni. Nel secondo biennio e nel quinto anno, le Indicazioni chiedono esplicitamente di approfondire, ove opportuno, l'origine storica delle principali famiglie di funzioni e di riconoscere il ruolo nella costruzione dei modelli scientifici. Particolarmente significativo è il riferimento all'importanza storica dei logaritmi, il cui studio consente di mettere in luce il legame tra esigenze pratiche (soprattutto in ambito astronomico) e sviluppo teorico. Ancora più esplicito è il collegamento tra la nascita delle equazioni differenziali e la formulazione delle leggi della meccanica e della gravitazione universale da parte di Newton: il calcolo infinitesimale è presentato come linguaggio essenziale della scienza moderna e come potente strumento di unificazione tra matematica e fisica.

Probabilità, statistica e matematica dell'incertezza. Il nucleo Analisi di dati, Statistica e Probabilità offre ulteriori occasioni per un approccio storico-didattico. La nascita della probabilità a partire dai giochi d'azzardo, lo sviluppo della legge dei grandi numeri, l'introduzione della formula di Bayes e il ruolo delle assunzioni a priori sono elementi che permettono di comprendere come la matematica abbia progressivamente esteso il proprio dominio dai fenomeni certi a quelli incerti. Le Indicazioni insistono sul carattere critico dell'interpretazione dei dati e sull'uso consapevole dei modelli statistici, prospettiva che si colloca in continuità con lo sviluppo storico della statistica e con i suoi usi contemporanei, inclusi quelli legati ai sistemi di intelligenza artificiale.

Collegamenti interdisciplinari e funzione formativa della storia. In più punti il documento ministeriale invita lo studente a:

- analizzare tappe significative dello sviluppo del pensiero matematico nel loro contesto storico e culturale;
- riconoscere connessioni tra matematica, filosofia e pensiero scientifico;
- fare collegamenti interdisciplinari e riflettere sul ruolo della matematica nei diversi ambiti dell'attività umana.

Gli approfondimenti suggeriti — dalle geometrie non euclidee agli insiemi infiniti, dai sistemi dinamici alla modellizzazione — confermano che la storia della matematica costituisce una chiave privilegiata per cogliere l'unità culturale del sapere matematico.

Ruolo didattico della storia della matematica. Pur valorizzando esplicitamente la dimensione storica, le Indicazioni non forniscono prescrizioni operative rigide. In questo quadro, la progettazione di percorsi di storia della matematica rientra nella responsabilità e nell'autonomia del docente, come modalità per tradurre i principi generali del documento in esperienze didattiche significative.

L'integrazione di nuclei storici nel curriculum del liceo scientifico risponde pienamente agli obiettivi delle Indicazioni: consente di dare senso ai concetti, di motivare l'apprendimento, di sviluppare competenze argomentative e critiche, e di presentare la matematica come impresa umana, storicamente situata, aperta e in continua trasformazione, in cui rigore formale e ricerca di significato procedono insieme.

PRINCIPI METODOLOGICI GENERALI

I percorsi di storia della matematica proposti nelle pagine seguenti condividono alcuni orientamenti metodologici di fondo che ne definiscono l'identità didattica. Pur nella diversità dei temi affrontati e delle

possibili modalità di realizzazione, essi si basano sull'idea che la storia della matematica non costituisca un semplice arricchimento culturale esterno alla disciplina, ma uno strumento per comprenderne più profondamente i concetti, i metodi e il significato. La ricostruzione storica permette infatti di riportare in primo piano i problemi, le difficoltà e le scelte concettuali che hanno accompagnato la nascita delle idee matematiche. In questo modo gli studenti possono cogliere la matematica non soltanto come un sistema di conoscenze già organizzate e formalizzate, ma come una ricerca in continua evoluzione, sviluppata attraverso tentativi, intuizioni, errori, revisioni e profonde trasformazioni teoriche. I percorsi qui proposti possono essere realizzati attraverso modalità differenti, ma si fondano su alcuni principi comuni.

Centralità dei problemi storici

Ogni volta che è possibile, l'attività didattica dovrebbe prendere avvio da problemi significativi, preferibilmente ispirati a quelli che hanno originato storicamente i concetti oggetto di studio. La misura delle grandezze, la risoluzione delle equazioni, la descrizione del moto, il problema delle parallele o la quantificazione dell'incertezza costituiscono esempi di questioni che hanno stimolato lo sviluppo di nuove idee matematiche.

Partire dai problemi anziché dalle definizioni consente agli studenti di comprendere le ragioni che hanno portato alla costruzione dei concetti e di percepire la matematica come risposta a domande autentiche. In questa prospettiva assume particolare importanza la dimensione investigativa dell'apprendimento, nella quale gli studenti sono chiamati a formulare ipotesi, confrontare strategie e discutere possibili soluzioni prima di giungere alla formalizzazione dei risultati.

Uso guidato delle fonti storiche

Le fonti storiche rappresentano uno strumento particolarmente efficace per avvicinare gli studenti al modo in cui la matematica è stata effettivamente praticata nelle diverse epoche. Naturalmente il lavoro sulle fonti deve essere adeguato al livello scolastico e non richiede competenze specialistiche di carattere filologico o storiografico. Anche brevi estratti opportunamente selezionati, tradotti e contestualizzati possono offrire importanti occasioni di riflessione. L'incontro con testi di Euclide, Archimede, Fibonacci, Cardano, Galileo, Newton, Leibniz o Cantor permette infatti di osservare direttamente differenze di linguaggio, di notazione e di impostazione concettuale, aiutando gli studenti a comprendere il carattere storico della disciplina. L'analisi delle fonti non ha quindi finalità erudite, ma contribuisce a sviluppare capacità di interpretazione, confronto e ricostruzione delle idee matematiche.

Attività laboratoriali e ricostruzione storica

Molti dei temi selezionati si prestano a essere affrontati attraverso attività operative e laboratoriali. La costruzione di modelli geometrici, la riproduzione di tecniche di misura, l'utilizzo di procedure di calcolo storiche, la simulazione di esperimenti probabilistici o la realizzazione di modelli matematici consentono agli studenti di confrontarsi in modo diretto con situazioni analoghe a quelle affrontate dai matematici del passato.

L'obiettivo non è una ricostruzione storicamente perfetta, ma la creazione di contesti di apprendimento che permettano di comprendere in modo più concreto problemi, metodi e concetti. L'attività laboratoriale favorisce inoltre il coinvolgimento attivo degli studenti e contribuisce a sviluppare competenze di osservazione, esplorazione e argomentazione.

Discussione epistemologica e riflessione critica

Uno degli aspetti più significativi della storia della matematica è la possibilità di affrontare questioni che riguardano la natura stessa della conoscenza matematica. Temi come il significato della dimostrazione, il ruolo degli assiomi, la natura degli enti matematici, il concetto di infinito, il rapporto tra matematica e realtà o i limiti dei sistemi formali offrono occasioni preziose per sviluppare una riflessione critica sulla disciplina. La discussione guidata di tali questioni non ha lo scopo di fornire risposte definitive, ma di favorire la capacità degli studenti di argomentare, formulare domande significative e confrontare punti di vista differenti. In questo modo la matematica viene percepita non soltanto come insieme di tecniche e risultati, ma anche come attività intellettuale e culturale.

Apprendimento collaborativo

Le attività di storia della matematica si prestano particolarmente bene a modalità di lavoro cooperative. L'analisi di documenti, la soluzione di problemi storici, la preparazione di presentazioni, la costruzione di modelli e la realizzazione di elaborati consentono di valorizzare il confronto tra studenti e la costruzione condivisa delle conoscenze. Il lavoro collaborativo favorisce inoltre lo sviluppo di competenze trasversali importanti, quali la capacità di comunicare efficacemente, di organizzare informazioni provenienti da fonti diverse, di pianificare attività comuni e di sostenere le proprie idee attraverso argomentazioni adeguate.

Utilizzo di strumenti digitali

Le tecnologie digitali possono costituire un importante supporto alla realizzazione dei percorsi proposti. Software di geometria dinamica, fogli di calcolo, ambienti di simulazione, strumenti per la visualizzazione dei dati e applicazioni per la modellizzazione consentono di esplorare fenomeni matematici in modo interattivo e di rappresentare situazioni che sarebbero difficilmente accessibili con i soli strumenti tradizionali. L'uso degli strumenti digitali non sostituisce il ragionamento matematico né la riflessione storica, ma può rafforzarne l'efficacia didattica attraverso la visualizzazione, la sperimentazione e il confronto immediato tra modelli diversi.

Un quadro metodologico flessibile

I principi metodologici qui delineati non devono essere interpretati come una successione rigida di attività né come un modello unico da applicare in ogni situazione. Essi rappresentano piuttosto un quadro di riferimento all'interno del quale il docente può operare scelte autonome, adattando contenuti, strumenti e metodologie alle caratteristiche delle classi e agli obiettivi formativi perseguiti. In generale, i percorsi risultano particolarmente efficaci quando riescono a integrare, in misura equilibrata, narrazione storica, problematiche matematiche, analisi di fonti, attività laboratoriali, discussione critica e collegamenti interdisciplinari. In questa prospettiva, la storia della matematica diventa non soltanto un oggetto di studio, ma una modalità privilegiata per comprendere la matematica stessa e il suo ruolo nella costruzione della conoscenza scientifica.

STRUTTURA ARTICOLATA DEL PERCORSO

La selezione dei temi proposti non è casuale, ma risponde a precisi criteri di natura storica, epistemologica e didattica. In primo luogo, sono stati privilegiati momenti che rappresentano vere e proprie svolte nello sviluppo della matematica, ossia fasi in cui emergono nuovi concetti, nuovi metodi o nuovi modi di concepire la disciplina (ad esempio la nascita della geometria deduttiva, l'introduzione del simbolismo algebrico, lo sviluppo del calcolo infinitesimale, la crisi del V postulato). Questi passaggi risultano particolarmente significativi perché consentono di cogliere la matematica nel suo divenire e di mettere in evidenza la natura non lineare del suo sviluppo.

Un secondo criterio riguarda la rilevanza concettuale rispetto al curriculum del liceo matematico. I temi scelti sono strettamente connessi agli argomenti affrontati nel percorso scolastico e possono contribuire a chiarirne il significato, offrendo agli studenti una prospettiva più ampia sui concetti studiati. In questo senso, la storia della matematica non si configura come un'aggiunta esterna, ma come uno strumento per approfondire e comprendere meglio i contenuti disciplinari.

Un ulteriore criterio è rappresentato dalla accessibilità didattica. I temi sono stati selezionati in modo da poter essere affrontati, almeno nei loro aspetti essenziali, con studenti del liceo, evitando ambiti che richiederebbero strumenti teorici troppo avanzati. Ciò non significa rinunciare alla profondità, ma piuttosto individuare quegli snodi della storia della matematica che possono essere presentati in forma significativa anche a questo livello. Si è inoltre tenuto conto della possibilità di associare ai diversi temi problemi storici significativi e, ove possibile, brevi estratti di fonti, che permettano un approccio più attivo e concreto. Questo consente di evitare una trattazione puramente narrativa e di coinvolgere gli studenti in attività di analisi, discussione e rielaborazione.

Infine, la scelta dei temi mira a favorire collegamenti interdisciplinari, in particolare con la storia, la filosofia e le scienze. Molti dei momenti individuati si collocano infatti in contesti culturali ampi e permettono di mettere in relazione lo sviluppo della matematica con quello del pensiero scientifico e filosofico. Nel complesso, i temi selezionati — in numero limitato e non esaustivo — intendono offrire una serie di punti di accesso privilegiati alla storia della matematica, capaci di coniugare rilevanza storica, valore concettuale e sostenibilità didattica.

Per quanto riguarda la durata dei singoli percorsi, non è stata volutamente fornita un'indicazione rigida, poiché ciascun tema si presta a sviluppi molto diversi in funzione degli obiettivi didattici, delle metodologie adottate e del contesto classe. Uno stesso argomento può essere presentato in forma molto sintetica attraverso un seminario o una lezione introduttiva di circa due ore, oppure essere approfondito mediante un vero e proprio laboratorio di storia della matematica, che può richiedere dalle sei alle dieci ore, o anche più, a seconda del livello di coinvolgimento degli studenti e delle attività proposte. La scelta dell'ampiezza e del taglio da attribuire a ciascun percorso è pertanto affidata all'autonomia progettuale del docente, che potrà adattarlo alle esigenze formative della classe e alla programmazione disciplinare.

1. Dai tenditori di corde alla geometria deduttiva di Euclide

Periodo: Antico Egitto e Mesopotamia → Grecia classica (circa 300 a.C.)

Concetti chiave: Misura, proporzioni, triangoli, aree, dimostrazione, assiomi, teoremi

Personaggi: scriba egizi e babilonesi, Talete, Pitagora, Platone, Aristotele, Euclide

Nucleo concettuale forte

La matematica non nasce come teoria, ma diventa teoria quando ci si chiede “perché”.

Obiettivi formativi specifici

- Comprendere la differenza tra procedura empirica e dimostrazione.
- Riconoscere la matematica come costruzione storica.
- Sviluppare capacità di argomentazione.
- Intuire il significato di assioma e sistema deduttivo.

Descrizione

In Egitto e Mesopotamia la geometria nasce come sapere pratico, legato a esigenze concrete: la misura dei terreni dopo le piene del Nilo, la costruzione di edifici, l'organizzazione dello spazio e alcune applicazioni astronomiche. Le conoscenze geometriche sono operative e algoritmiche: si tratta di “saper fare”, basato su regole efficaci ma non giustificate teoricamente. Le tecniche dei cosiddetti “tenditori di corde” — che utilizzavano corde annodate per costruire angoli retti e suddividere superfici — testimoniano una padronanza empirica di proprietà geometriche (ad esempio configurazioni riconducibili al triangolo 3-4-5). Con la matematica greca si realizza un cambiamento radicale. A partire da Talete emergono le prime forme di dimostrazione; con Pitagora e la sua scuola si rafforza il legame tra numeri e figure. Platone attribuisce alla geometria un valore formativo e filosofico, come accesso a un sapere universale e necessario, mentre Aristotele fornisce gli strumenti logici per organizzare il ragionamento dimostrativo. Questo processo culmina nell'opera di Euclide: negli *Elementi* la geometria viene sistematizzata in forma assiomatico-deduttiva. A partire da definizioni, postulati e nozioni comuni, vengono costruite catene di teoremi dimostrati rigorosamente. Il passaggio è decisivo: la matematica non è più solo un insieme di tecniche efficaci, ma un sapere fondato su dimostrazioni, in cui ogni affermazione deve essere giustificata. Si afferma così un modello di conoscenza che influenzerà profondamente non solo la matematica, ma l'intero pensiero scientifico occidentale.

Metodologia didattica

Il tema si presta a un approccio che alterni:

- narrazione storica essenziale, per contestualizzare;
- attività operative, per ricostruire le pratiche antiche;
- riflessione guidata, per far emergere il passaggio al pensiero deduttivo.

È importante evitare una trattazione puramente teorica e mettere gli studenti nella condizione di “rivivere” il problema:

- prima la pratica (misurare, costruire),
- poi la domanda (“perché funziona?”),
- infine la formalizzazione.

Possibili proposte di attività laboratoriale

a. Il problema del campo

- Si propone agli studenti una situazione concreta: misurare un terreno irregolare o costruire un angolo retto senza strumenti moderni.
- Gli studenti elaborano strategie (corde, suddivisioni, triangoli).
- Confronto tra soluzioni → emergono regolarità.

b. I “tenditori di corde”

- Attività pratica con corde annodate (12 nodi → triangolo 3-4-5).
- Costruzione di angoli retti nel cortile o in aula.
- Discussione: perché funziona? (teorema inverso di Pitagora).

c. Dal fare al dimostrare

- Si presenta una proprietà nota (ad esempio: somma degli angoli di un triangolo).
- Gli studenti provano a giustificarla in modo intuitivo.
- Introduzione della differenza tra:
 - verifica empirica,
 - argomentazione,
 - dimostrazione.

d. Incontro con una fonte storica

- Lettura guidata di un breve estratto dagli *Elementi* (es. una proposizione semplice).
- Analisi della struttura:
 - enunciato,

- costruzione,
- dimostrazione.
- Confronto con il linguaggio moderno.

Uso delle fonti

- Riferimenti al Papiro Rhind e al Papiro di Mosca.
- Tavole babilonesi (tradotte in forma semplice).
- Eventuali riferimenti a Platone e Aristotele sul valore della dimostrazione.
- Brevi estratti dagli Elementi di Euclide (definizioni, postulati, proposizioni semplici).

--> utile per mostrare:

- il passaggio dalla geometria pratica alla geometria teorica;
- la differenza tra procedura empirica e dimostrazione;
- il ruolo della dimostrazione nella costruzione della conoscenza matematica.

Collegamenti interdisciplinari

Storia

- Civiltà egizia e mesopotamica: organizzazione sociale, agrimensura.
- Grecia classica: nascita della filosofia e nascita del pensiero razionale.

Filosofia

- Platone: il ruolo della matematica nella conoscenza.
- Aristotele: logica e dimostrazione.
- Differenza tra sapere empirico e sapere dimostrativo.

Fisica / Scienze

- Misura delle grandezze in fisica vs misura delle grandezze in matematica.

Italiano

- Analisi del linguaggio dimostrativo (chiarezza, struttura argomentativa).

2. Il numero come concetto: dai numeri naturali ai numeri complessi

Periodo: Antichità → XVII secolo

Concetti chiave: Numeri naturali, interi, razionali, irrazionali, negativi, reali, complessi

Personaggi: Pitagora, Euclide, Fibonacci, Bombelli, Cartesio

Nucleo concettuale forte

--> *I numeri non sono dati una volta per tutte: nascono per rispondere a problemi.*

Obiettivi formativi specifici

- Comprendere il numero come costruzione storica.
- Riconoscere la necessità di estendere i concetti.
- Distinguere tra diversi tipi di numeri e il loro significato.
- Sviluppare capacità di problematizzazione.

Descrizione

Il concetto di numero, apparentemente semplice e familiare, è in realtà il risultato di un lungo processo storico, che risale addirittura alla preistoria. In origine i numeri nascono come strumenti di conteggio e misura, legati a esigenze pratiche (commercio, agricoltura, amministrazione). Con la scuola pitagorica, nell'antica Grecia, il numero assume un significato più profondo: diventa principio interpretativo della realtà, e l'universo viene descritto attraverso rapporti numerici. Questa visione entra in crisi con la scoperta dei numeri irrazionali, come $\sqrt{2}$, che non possono essere espressi come rapporto tra interi. La cosiddetta "crisi degli irrazionali" mette in discussione l'identificazione tra numero e razionalità, costringendo i matematici greci a riformulare il problema in termini geometrici. Euclide, negli *Elementi*, affronta queste difficoltà attraverso la teoria delle proporzioni, evitando il ricorso diretto ai numeri irrazionali e costruendo un quadro coerente in ambito geometrico. Nel Medioevo, con la diffusione del sistema di numerazione indo-arabo, il concetto di numero si arricchisce di strumenti operativi più potenti. L'opera di Fibonacci segna un passaggio decisivo: il calcolo diventa più efficace e si diffonde in ambito commerciale e pratico. Nel Rinascimento emergono nuove difficoltà e nuove estensioni: i numeri negativi, inizialmente considerati privi di significato, vengono progressivamente accettati; i numeri complessi nascono nel contesto della risoluzione delle equazioni di terzo e quarto grado e vengono studiati da Bombelli, che ne intuisce le regole di calcolo nonostante la loro natura "immaginaria". Con Cartesio e la geometria analitica si realizza un ulteriore

passaggio: i numeri vengono utilizzati per rappresentare punti e grandezze continue. Si afferma così una visione unificata, in cui algebra e geometria si intrecciano. La piena sistemazione teorica del concetto di numero (in particolare dei numeri reali) avverrà solo nell'Ottocento, ma già nei secoli precedenti si delineano le tappe fondamentali di questa evoluzione.

Metodologia didattica

Il tema si presta a un approccio fortemente problematico e laboratoriale. È utile costruire il percorso come una sequenza di crisi ed estensioni: --> numeri "che bastano" → numeri "che non bastano più" → nuovi numeri

L'obiettivo è far emergere negli studenti la domanda: *"Perché abbiamo bisogno di nuovi numeri?"*

Si alternano:

- attività concrete (conteggio, misura),
- problemi che mettono in crisi gli strumenti disponibili,
- introduzione progressiva di nuovi concetti.

Possibili proposte di attività laboratoriale

a. Il numero come conteggio

- Attività iniziale: problemi semplici di conteggio.
- Discussione: che cos'è un numero? a cosa serve?
- --> emergono i numeri naturali come strumenti.

b. Il problema della misura

- Proporre la misura di segmenti e superfici.
- Introduzione delle frazioni come rapporti.
- --> nascita dei numeri razionali.

c. La crisi degli irrazionali

- Costruzione di un quadrato di lato 1; domanda: quanto misura la diagonale?
- Tentativi di esprimerla come frazione → fallimento.
- Eventuale dimostrazione (anche guidata) dell'irrazionalità di $\sqrt{2}$.

--> momento fondamentale: esiste una grandezza che non è "numero" nel senso pitagorico.

d. Strategie greche

- Presentazione della risposta greca: passaggio alla geometria.
- Lettura guidata di un breve passo sugli "incommensurabili" o sulle proporzioni.
- --> il problema non viene eliminato, ma "spostato".

e. I sistemi di numerazione

- Confronto tra numeri romani e sistema posizionale.
- Attività: eseguire calcoli nei due sistemi.
- --> emergono potenza e limiti dei sistemi di rappresentazione.

f. I numeri negativi

- Problemi concreti: crediti e debiti, temperature, spostamenti unidimensionali rispetto ad un riferimento
- Discussione: ha senso un numero "minore di zero"?
- --> introduzione graduale del concetto.

g. I numeri complessi (attività esplorativa)

- Problema: risolvere un'equazione come $x^2 + 1 = 0$.
- Introduzione di i come soluzione formale.
- Attività con semplici operazioni.
- --> idea chiave: i numeri nascono anche da esigenze interne alla matematica.

h. Numero e geometria

- Piano cartesiano: rappresentare numeri come punti.
- Collegamento tra retta reale e numeri.
- --> unificazione tra algebra e geometria.

Uso delle fonti (possibile inserimento)

- Breve estratto dagli *Elementi* (su proporzioni o grandezze).
- Passo dal *Liber Abaci* di Fibonacci sul sistema posizionale.
- Alcuni estratti da L'Aritmetica di Treviso (*L'arte de l'abbacho*, 1478)
- Numeri nella *Geometria* di Cartesio
- Brano di Bombelli (*L'Algebra*) sui numeri "immaginari".

Anche pochi frammenti possono mostrare:

- linguaggi diversi,
- difficoltà storiche reali,
- evoluzione delle idee.

Collegamenti interdisciplinari

Filosofia

- Pitagorismo: numero come principio della realtà.
- Crisi degli irrazionali: limite della razionalità.
- Natura degli oggetti matematici.

Storia

- Diffusione del sistema indo-arabo.
- Ruolo del commercio medievale.

Fisica

- Misura delle grandezze.
- Numeri come modelli di quantità reali.

Informatica (eventuale)

- Sistemi di rappresentazione dei numeri (binario, ...).

3. La nascita e lo sviluppo dell'algebra

Periodo: Babilonia → Rinascimento

Concetti chiave: Equazioni, algoritmi, incognita, linguaggio simbolico

Personaggi: Diofanto, Al-Khwārizmī, Fibonacci, Tartaglia, Cardano, Viète, Bombelli, Cartesio

Nucleo concettuale forte

L'algebra nasce quando i problemi smettono di essere solo numeri e diventano relazioni.

Obiettivi formativi specifici

- Comprendere l'algebra come linguaggio e strumento di generalizzazione.
- Saper tradurre tra linguaggio naturale e simbolico.
- Riconoscere il ruolo degli algoritmi.
- Sviluppare capacità di modellizzazione semplice.

Descrizione

L'algebra nasce come insieme di tecniche per risolvere problemi numerici, spesso legati a contesti pratici (commercio, eredità, misure). Nelle civiltà mesopotamiche compaiono già metodi efficaci per risolvere equazioni, ma espressi in *forma retorica*: i problemi sono descritti a parole e risolti attraverso procedure operative, senza simboli né formalizzazione generale. Nel mondo greco, Diofanto introduce una forma di notazione più compatta (detta *sincopata*), che rappresenta un primo passo verso l'astrazione. Tuttavia, è nel mondo islamico medievale che l'algebra compie un salto decisivo: Al-Khwārizmī sistematizza metodi generali per risolvere equazioni lineari e quadratiche, fornendo procedure chiare e riproducibili. Il termine "algebra" deriva proprio dal titolo di una sua opera, mentre "algoritmo" è legato alla trascrizione del suo nome. Nel Medioevo europeo, Fibonacci contribuisce alla diffusione di queste conoscenze, soprattutto in ambito commerciale e pratico. Ma è nel Rinascimento che l'algebra conosce uno sviluppo decisivo: la competizione tra matematici porta alla scoperta delle soluzioni delle equazioni di terzo e quarto grado (Tartaglia, Cardano). In questo contesto emergono anche difficoltà concettuali (come l'uso dei numeri negativi e complessi). Il passaggio fondamentale avviene con Viète, che introduce un uso sistematico delle lettere per rappresentare grandezze note e incognite. Nasce così l'*algebra simbolica* moderna, che permette di trattare le equazioni in forma generale e astratta. L'algebra si emancipa progressivamente dai problemi concreti e diventa uno strumento potente per esprimere relazioni e strutture.

Metodologia didattica

Il percorso può essere costruito come una evoluzione del linguaggio: --> problema concreto → descrizione a parole → abbreviazioni → simboli → generalizzazione

L'idea chiave da far emergere è: *l'algebra non è solo calcolo: è un linguaggio*.

Didatticamente è molto efficace far sperimentare agli studenti:

- la fatica del linguaggio retorico,
- il vantaggio della notazione simbolica.

Possibili proposte di attività laboratoriale

a. Problemi babilonesi

- Proporre un problema in forma retorica (ad esempio: "trova un numero tale che...").
- Gli studenti risolvono senza simboli, solo con ragionamento.
- --> emergono strategie operative.
- Dallo stesso problema:
 - versione retorica
 - versione "moderna" (equazione)
- Confronto tra le due modalità.

--> domanda chiave: quale è più potente? perché?

b. Metodo di Al-Khwārizmī

- Presentare una risoluzione di equazione (lineare o quadratica) in stile grafico-algoritmico.
- Gli studenti applicano il metodo passo passo.
- --> emergono regole generali.

c. Gare rinascimentali (attività coinvolgente)

- Simulare una "sfida" tra gruppi: risolvere equazioni date.
- Raccontare il contesto storico (Tartaglia vs Cardano).
- --> forte coinvolgimento narrativo.

d. Il problema delle soluzioni "impossibili"

- Equazioni con soluzioni negative o complesse.
- Discussione: cosa significa una soluzione "non accettabile"?
- --> emergono limiti e ampliamenti del concetto di numero.

e. Introduzione al simbolismo (Viète)

- Proporre una situazione generale (es. problema aritmetico).
- Scriverla:
 - con parole
 - con lettere

--> far emergere il potere della generalizzazione.

Uso delle fonti

- Tavole babilonesi (tradotte in forma semplice).
- Estratto di Al-Khwārizmī (procedura descritta a parole).
- Passo di Cardano o Bombelli (anche adattato).

--> utile per mostrare:

- evoluzione del linguaggio,
- difficoltà storiche reali.

Collegamenti interdisciplinari

Storia

- Civiltà mesopotamica e mondo islamico.
- Rinascimento e nascita della scienza moderna.

Filosofia

- Passaggio dal concreto all'astratto.
- Natura del simbolo e del linguaggio.

Italiano

- Analisi del linguaggio: da discorso narrativo a linguaggio formale.

Economia (eventuale)

- Problemi commerciali medievali (interessi, scambi).

4. Le coniche da Apollonio a Cartesio

Periodo: III secolo a.C. → XVII secolo

Concetti chiave: Coniche, luoghi geometrici, sezioni di un cono, equazioni

Personaggi: Apollonio, Pappo, Alhazen, Omar Khayyam, Cartesio, Fermat

Nucleo concettuale forte

Una curva può essere vista come figura o come equazione: è la stessa idea espressa in due linguaggi diversi.

Obiettivi formativi specifici

- Comprendere il concetto di **luogo geometrico**.
- Saper passare da rappresentazione geometrica a algebrica.
- Riconoscere l'unità tra diversi ambiti della matematica.
- Sviluppare capacità di visualizzazione e modellizzazione.

Descrizione

Le coniche — circonferenza, ellisse, parabola e iperbole — nascono nello studio della geometria greca come sezioni di un cono. Menecmo è tra i primi matematici greci a considerare queste curve e sfruttarle anche nel problema della duplicazione del cubo. Apollonio di Perga ne sviluppa una teoria sistematica, definendo queste curve e studiandone in profondità le proprietà geometriche. Il suo lavoro rappresenta uno dei punti più alti della geometria classica: le coniche vengono trattate come curve geometriche diverse da altre curve. Nel corso dei secoli successivi, la tradizione greca e quella islamica approfondiscono lo studio delle coniche. Matematici come Pappo, Alhazen e Omar Khayyam ne esplorano le proprietà e le applicazioni, in particolare nell'ottica (riflessione della luce) e nella risoluzione di equazioni mediante metodi geometrici. Le coniche diventano così strumenti per affrontare problemi complessi che non trovano soluzione con i metodi elementari. La svolta decisiva avviene nel XVII secolo con la nascita della geometria analitica. Cartesio e Fermat introducono un nuovo modo di rappresentare le curve: non più soltanto come figure geometriche, ma come insiemi di punti descritti da equazioni. In questo modo, le coniche possono essere studiate attraverso il linguaggio dell'algebra. Si realizza così un'unificazione profonda tra geometria e algebra, che apre la strada allo sviluppo del calcolo e della matematica moderna. Parallelamente Keplero rivoluziona l'astronomia mostrando come l'ellisse sia la curva che caratterizza le orbite di tutti i pianeti.

Metodologia didattica

Il tema si presta a un percorso che integri:

- visualizzazione geometrica,
- costruzione concreta,
- traduzione algebrica.

L'idea guida è: *la stessa realtà matematica può essere vista in modi diversi.*

È importante far emergere il passaggio:

--> figura → proprietà → equazione

Possibili proposte di attività laboratoriale

a. Costruire le coniche

- Utilizzo di modelli fisici (cono di polistirolo) e sezioni con piani.
- Oppure uso di software dinamici (GeoGebra).
- --> visualizzazione concreta di ellisse, parabola, iperbole.

b. Definizioni alternative

- Ellisse come luogo dei punti a somma costante delle distanze da due fuochi. Ellissografo,
- Parabola come luogo dei punti equidistanti da fuoco e direttrice. Parabolografo.

--> attività:

- costruzione con filo e due punti (ellisse),
- verifica sperimentale delle proprietà.

c. Dalla proprietà alla curva

- Gli studenti costruiscono punti che soddisfano una proprietà.
- Osservano che emerge una curva.

--> idea chiave: una curva è un insieme di punti che soddisfano una condizione.

d. Applicazioni fisiche

- Parabola e riflessione (specchi parabolici).
- Ellisse e orbite dei pianeti, Keplero.

--> attività possibile:

- esperimenti con luce o simulazioni.

e. Il passaggio cartesiano

- Introduzione del piano cartesiano.
- Scrittura dell'equazione di una parabola (es. $y = x^2$).
- Collegamento tra grafico e formula.

--> momento chiave: la curva diventa equazione.

f. Confronto tra approcci

- Studio della stessa conica:
 - con definizione geometrica
 - con equazione

--> discussione: quale approccio è più potente? quando?

Uso delle fonti

- Riferimenti (anche adattati) alla trattazione di Apollonio.
- Curve geometriche nella tradizione greca/islamica.
- Brevi estratti cartesiani (anche semplificati).

--> utile per mostrare:

- differenza di approccio tra epoche.

Collegamenti interdisciplinari

Fisica

- Ottica: specchi parabolici.
- Meccanica: traiettorie (parabola).
- Astronomia: orbite ellittiche (Keplero).

Storia

- Trasmissione del sapere tra mondo greco e islamico.
- Rivoluzione scientifica del Seicento.

Filosofia

- Razionalismo cartesiano.
- Matematizzazione della natura.

Informatica (eventuale)

- Rappresentazione grafica di funzioni.

5. La nascita del calcolo differenziale e integrale

Periodo: Antichità → XVII secolo

Concetti chiave: Infinito, limite, derivata, integrale, variazione

Personaggi: Archimede, Cavalieri, Fermat, Newton, Leibniz, Maria Gaetana Agnesi

Nucleo concettuale forte

Il calcolo nasce non solo per misurare aree ma anche per rendere misurabile le grandezze che cambiano in modo continuo.

Obiettivi formativi specifici

- Comprendere il significato intuitivo di limite, derivata e integrale.
- Riconoscere il ruolo dell'approssimazione.
- Collegare matematica e fenomeni fisici.
- Sviluppare capacità di interpretazione di grafici e fenomeni dinamici.

Descrizione

Il calcolo differenziale e integrale nasce dalla necessità di affrontare problemi che sfuggono agli strumenti della matematica classica: il calcolo di aree e volumi di figure delimitate da curve, lo studio del moto e della variazione, la determinazione di tangenti e di massimi e minimi. Già nell'antichità, Archimede sviluppa metodi molto sofisticati per calcolare aree e volumi, come il metodo di esaustione, che anticipa l'idea di limite: una figura viene approssimata mediante una successione di figure più semplici. Nel Seicento, Cavalieri introduce il metodo degli indivisibili, che considera le figure come composte da un'infinità di elementi "infinitamente sottili". Parallelamente, Fermat studia problemi di tangenti e di massimi e minimi, sviluppando tecniche che

anticipano il concetto di derivata. Tuttavia, è nel XVII secolo che avviene la sintesi decisiva: Newton e Leibniz, indipendentemente, formalizzano il calcolo differenziale e integrale, introducendo strumenti generali per descrivere il cambiamento. Il calcolo permette di unificare problemi diversi — geometrici e fisici — in un unico quadro teorico. Diventa il linguaggio fondamentale della fisica moderna e consente di descrivere fenomeni naturali in termini matematici. Al centro di questa rivoluzione vi è il concetto di infinito, inizialmente trattato in modo intuitivo e solo successivamente formalizzato con rigore. Possiamo anche ricordare la querelle Newton-Leibniz: la celebre disputa sulla paternità del calcolo tra Newton (approccio cinematico/fisico con le flussi) e Leibniz (approccio algebrico/geometrico con le differenze) risulta sempre di grande interesse.

Metodologia didattica

Il percorso deve essere costruito attorno a **problemi reali e intuitivi**, evitando un'introduzione puramente formale. L'idea guida è: *il calcolo nasce per descrivere il cambiamento e ciò che è "continuo"*.

Sequenza didattica consigliata:

--> problema concreto → approssimazione → infinito → formalizzazione intuitiva

È importante lavorare su:

- intuizione (prima del formalismo),
- rappresentazioni grafiche,
- esperienze dinamiche (moto, variazione).

Possibili proposte di attività laboratoriale

a. Il problema dell'area

- Calcolare l'area sotto una curva semplice (es. parabola) usando rettangoli.
- Migliorare l'approssimazione aumentando il numero di rettangoli.

--> emerge l'idea di limite: più suddivido, più mi avvicino al valore reale.

b. Metodo di Archimede (semplificato)

- Approssimare il segmento parabolico con poligoni inscritti e circoscritti.
- Calcolare le aree e osservare la convergenza.

--> intuizione del metodo di esaustione.

c. Gli indivisibili di Cavalieri

- Considerare una figura come composta da "strati".
- Confrontare aree di figure diverse (es. parallelogramma e rettangolo).

--> idea intuitiva di integrazione.

d. Il problema della tangente

- Data una curva, come trovare la tangente in un punto?
- Costruire secanti e far avvicinare i punti.

--> nasce l'idea di derivata come limite.

e. Moto e velocità

- Esempio: posizione di un oggetto nel tempo.
- Come definire la velocità in un istante?

--> velocità media → velocità istantanea.

f. Connessione derivata–integrale (intuitiva)

- Area come accumulo.
- Variazione come tasso di cambiamento.

--> far intuire (senza formalizzare) il legame tra i due concetti.

Uso delle fonti

- Descrizioni qualitative del metodo di Archimede.
- Estratti (anche semplificati) di Cavalieri.
- Notazioni di Leibniz ($\int$, d/dx).

--> utile per mostrare:

- evoluzione delle idee,
- nascita del linguaggio moderno.

Collegamenti interdisciplinari

Fisica

- Moto (velocità, accelerazione).
- Leggi della dinamica (Newton).
- --> collegamento diretto.

Filosofia

- Problema dell'infinito.
- Continuità e discreto.
- Nascita della scienza moderna.

Storia

- Rivoluzione scientifica del Seicento.

6. Il V postulato e le geometrie non euclidee

Periodo: Euclide → XIX secolo

Concetti chiave: Assiomi, parallele, dimostrazione, modelli geometrici

Personaggi: Euclide, Saccheri, Gauss, Lobachevsky, Bolyai, Riemann

Nucleo concettuale forte

La matematica non descrive una sola realtà: costruisce mondi possibili coerenti.

Obiettivi formativi specifici

- Comprendere il ruolo degli assiomi.
- Distinguere tra verità intuitiva e deduzione logica.
- Accettare l'esistenza di modelli alternativi coerenti.
- Sviluppare capacità critiche e riflessive.

Descrizione

Negli *Elementi* di Euclide la geometria viene costruita a partire da pochi assiomi. Tra questi, il V postulato — relativo alle rette parallele — appare fin dall'Antichità meno evidente e più complesso degli altri. Esso afferma, in una delle sue formulazioni equivalenti, che per un punto esterno a una retta passa una e una sola parallela.

Per secoli, matematici di diverse epoche tentano di dimostrare questo postulato a partire dagli altri, ritenendolo meno "ovvio". Tra questi tentativi spicca quello di Saccheri, che prova a negarlo per assurdo, nella speranza di ottenere una contraddizione. Tuttavia, il risultato è sorprendente: non emerge alcuna contraddizione evidente. Nel XIX secolo, Gauss, Lobachevsky e Bolyai comprendono che è possibile costruire geometrie coerenti in cui il V postulato è sostituito da un'ipotesi diversa. Nasce così la geometria iperbolica, in cui per un punto esterno a una retta passano infinite parallele. Poco dopo, Riemann sviluppa una geometria in cui non esistono parallele (geometria ellittica). Queste scoperte segnano una svolta fondamentale: la geometria non è più una descrizione unica dello spazio, ma un sistema deduttivo che dipende dagli assiomi scelti. La matematica si emancipa definitivamente dall'intuizione immediata dello spazio fisico e assume una natura più astratta e strutturale.

Metodologia didattica

Questo tema si presta a un percorso fortemente problematizzante e riflessivo.

Idea guida: *E se ciò che consideriamo "ovvio" non lo fosse?*

Il percorso può essere costruito come:

--> accettazione intuitiva → dubbio → tentativi → scoperta di alternative

È fondamentale:

- partire dall'esperienza degli studenti,
- creare "crisi cognitive" controllate,
- evitare formalismi eccessivi.

Possibili proposte di attività laboratoriale

a. Che cos'è un assioma?

- Discussione iniziale: quali proprietà dello spazio diamo per scontate?
- Esempi semplici (rette, punti, parallelismo).

--> emergono idee implicite.

b. Il V postulato in forma intuitiva

- Presentare una formulazione accessibile.

- Disegni e costruzioni.

--> domanda: è davvero ovvio?

c. Tentare una dimostrazione

- Proporre agli studenti di “dimostrare” il postulato usando altre proprietà.
- Confronto tra tentativi.

--> esperienza diretta della difficoltà.

d. Negare il postulato

- Ipotesi: esistono più parallele.
- Costruzioni e disegni “non euclidei” (anche qualitativi).

--> attività chiave:

- triangoli con somma angoli $< 180^\circ$
- esplorazioni con modelli.

e. Modelli concreti

- Geometria sulla sfera:
 - “rette” = grandi cerchi
 - nessuna parallela
- Discussione su triangoli sferici.

--> attività:

- disegnare triangoli su una palla.
- Modelli alternativi: Disco di Poincaré o Tromba di Beltrami

f. Confronto tra geometrie

- Euclidea / iperbolica / ellittica
- Tabelle di confronto (parallele, angoli, area).

--> emergono differenze strutturali.

Uso delle fonti

- Estratti (anche adattati) dagli *Elementi* (postulato V).
- Riferimento al lavoro di Saccheri.
- Estratti (anche adattati) da Lobachevsky e Bolyai.

--> utile per mostrare:

- quanto a lungo il problema è rimasto aperto,
- il carattere storico della scoperta.

Collegamenti interdisciplinari

Filosofia

- Natura della verità matematica.
- Assiomi: evidenza o convenzione?
- Crisi delle certezze nell'Ottocento.

Fisica

- Geometria dello spazio (cenno alla Relatività).
- --> senza formalismi, solo idea generale.

Storia

- Ottocento: trasformazioni del pensiero scientifico.

7. Probabilità

Periodo: XVII–XX secolo

Concetti chiave: Probabilità, eventi, frequenza, legge dei grandi numeri, probabilità condizionata, distribuzioni

Personaggi: Cardano, Galileo, Pascal, Fermat, Bernoulli, Bayes, Laplace, Gauss, Kolmogorov

Nucleo concettuale forte

Nel caso emergono regolarità: la probabilità misura l'incertezza e rivela strutture.

Obiettivi formativi specifici

- Comprendere il concetto di probabilità come misura dell'incertezza.
- Distinguere tra probabilità teorica e frequenza.
- Saper analizzare dati semplici.
- Sviluppare spirito critico verso intuizioni errate.

Descrizione

La teoria della probabilità nasce nel XVII secolo a partire da problemi concreti legati ai giochi d'azzardo. Già in precedenza, matematici come Cardano e Galileo avevano analizzato situazioni aleatorie, ma è nella corrispondenza tra Pascal e Fermat che si trovano le prime formulazioni sistematiche del calcolo delle probabilità, in particolare nel celebre problema delle divisioni della posta. Nel corso del tempo, la probabilità evolve da strumento per analizzare giochi a teoria generale dell'incertezza. Jakob Bernoulli introduce la legge dei grandi numeri, che stabilisce un legame fondamentale tra probabilità teorica e frequenza osservata: ripetendo un esperimento molte volte, la frequenza relativa di un evento tende a stabilizzarsi. Il teorema di Bayes permette di studiare i legami probabilistici tra cause ed effetti. Laplace amplia la teoria e ne propone una visione deterministica: la probabilità misura la nostra ignoranza rispetto a un sistema che, in linea di principio, sarebbe completamente determinato. Parallelamente, con Gauss emergono le distribuzioni di probabilità e si sviluppano le basi della statistica, fondamentali per l'analisi dei dati nelle scienze naturali e sociali. Se nei primi decenni del Novecento il significato stesso di probabilità continua a essere oggetto di dibattito tra diverse interpretazioni, sarà Aleksandr Kolmogorov, nel 1933, a fornire alla disciplina una fondazione rigorosa attraverso la sua assiomatizzazione della teoria della probabilità. La probabilità rappresenta così un cambiamento importante: la matematica non si occupa più solo di certezze, ma anche di fenomeni incerti, fornendo strumenti per interpretarli e quantificarli.

Metodologia didattica

Il tema deve essere affrontato in modo fortemente esperienziale.

Idea guida: *la probabilità nasce dall'osservazione di fenomeni aleatori.*

Sequenza didattica: --> esperienza → raccolta dati → regolarità → formalizzazione

È fondamentale:

- partire da esperimenti concreti,
- far raccogliere dati agli studenti,
- far emergere le leggi in modo induttivo.

Possibili proposte di attività laboratoriale

a. Esperimenti su fenomeni casuali

- Lancio di monete o dadi (molte ripetizioni).
- Raccolta dati in classe.

--> domanda: i risultati sono davvero casuali?

b. Frequenze relative

- Calcolo delle frequenze dopo pochi lanci e dopo molti.
- Confronto tra gruppi.

--> emerge: la stabilizzazione delle frequenze.

c. Legge dei grandi numeri (intuizione)

- Rappresentazione grafica dell'andamento delle frequenze.
- Discussione: perché si stabilizza?

d. Problemi classici

- Problemi con dadi e carte.

--> introduzione del calcolo probabilistico.

e. Probabilità vs intuizione

- Paradossi o situazioni controintuitive (es. giochi "equilibrati").
- Discussione: intuizione vs calcolo.

f. Distribuzione normale (approccio intuitivo)

- Raccolta dati reali (altezza, tempi, misure).
- Costruzione di istogrammi.

--> osservazione della "curva a campana".

Uso delle fonti

- Riferimenti a Cardano e Galilei
- Riferimenti alla corrispondenza tra Pascal e Fermat.
- Riferimenti a Bernoulli
- Problemi storici sui giochi d'azzardo.

--> utile per mostrare:

- origine concreta della teoria,
- legame tra matematica e vita quotidiana.

Collegamenti interdisciplinari

Fisica

- Errori di misura.
- Analisi dei dati sperimentali.

Scienze

- Statistica in biologia (variabilità).

Economia

- Rischio, assicurazioni.

Filosofia

- Caso e determinismo (Laplace).
- Natura dell'incertezza.

8. L'infinito

Periodo: Antichità → XX secolo

Concetti chiave: Infinito potenziale e attuale, limite, insiemi infiniti, cardinalità

Personaggi: Zenone, Aristotele, Archimede, Galileo Galilei, Richard Dedekind, Georg Cantor

Nucleo concettuale forte

L'infinito non è un numero, ma un'idea che cambia il modo di pensare la matematica.

Obiettivi formativi specifici

- Comprendere le diverse concezioni di infinito.
- Riconoscere il ruolo dei paradossi nella matematica.
- Sviluppare capacità di riflessione critica.
- Accettare la complessità dei concetti matematici.

Descrizione

L'infinito rappresenta uno dei concetti più affascinanti e problematici della storia della matematica. Fin dall'antichità, esso solleva interrogativi profondi sia sul piano matematico sia su quello filosofico. I paradossi di Zenone, come quello di Achille e la tartaruga, mettono in evidenza le difficoltà legate alla divisibilità infinita dello spazio e del tempo. Aristotele affronta il problema distinguendo tra infinito potenziale (legato a un processo che può continuare indefinitamente) e infinito attuale (una totalità infinita già compiuta), accettando il primo ma rifiutando il secondo. Nella matematica greca, l'infinito viene utilizzato in modo implicito e controllato: Euclide e soprattutto Archimede impiegano metodi che anticipano il concetto di limite, evitando però di trattare l'infinito come oggetto compiuto. Il metodo di esaustione permette infatti di ottenere risultati esatti di processi infiniti evitando l'infinito attuale. Nel XVII secolo, con lo sviluppo del calcolo, l'infinito diventa uno strumento operativo fondamentale, anche se non ancora pienamente giustificato dal punto di vista teorico. Galileo evidenzia alcuni paradossi legati agli insiemi infiniti, mostrando ad esempio che esiste una corrispondenza biunivoca tra numeri naturali e loro quadrati, mettendo in crisi l'idea intuitiva di "grandezza". È nel XIX secolo che si realizza una svolta decisiva: Dedekind e poi soprattutto Cantor introducono una teoria rigorosa dell'infinito. Cantor mostra che esistono infiniti di diversa grandezza (cardinalità) e sviluppa la teoria degli insiemi, aprendo nuove prospettive nella matematica moderna. L'infinito diventa così un oggetto matematico a pieno titolo.

Metodologia didattica

Il tema si presta a un approccio fortemente dialogico e concettuale, basato su domande e paradossi.

Idea guida: *l'infinito sfida l'intuizione e costringe a ripensare i concetti.*

Sequenza didattica:

--> intuizione → paradosso → crisi → nuova visione

È importante:

- valorizzare le intuizioni degli studenti,

- non “chiudere” troppo presto le discussioni,
- accettare un certo grado di stupore e incertezza.

Possibili proposte di attività laboratoriale

a. Discussione iniziale

- Domanda: “Che cos’è l’infinito?”
- Raccolta di idee spontanee.

--> emergono concezioni intuitive.

b. Paradossi di Zenone

- Presentazione (anche narrativa) di Achille e la tartaruga.
- Discussione: Achille raggiunge la tartaruga?

--> conflitto tra intuizione e ragionamento.

c. Infinito potenziale e infinito attuale

- Suddivisione di un segmento in parti sempre più piccole.
- Discussione: si arriva mai alla fine?

--> idea di processo infinito.

d. Metodo di Archimede (richiamo)

- Collegamento con il calcolo delle aree.
- --> infinito come strumento, non oggetto.

e. Il paradosso di Galileo

- Confronto tra:
 - numeri naturali
 - quadrati perfetti

--> attività:

- costruire la corrispondenza $n \leftrightarrow n^2$.

--> sorpresa: **insiemi profondamente diversi ma “stessa numerosità”?**

f. Possibile estensione: Albergo di Hilbert

- Affiancare al Paradosso di Galileo il Grand Hotel di Hilbert, che offre uno strumento didattico potente e intuitivo per comprendere la cardinalità dell’infinito numerabile $\aleph_0$.

g. Introduzione a Cantor (intuizione)

- Confronto tra insiemi infiniti:
 - naturali
 - numeri reali (idea qualitativa)

--> messaggio: **non tutti gli infiniti sono uguali.**

Uso delle fonti

- Testi (anche adattati) sui paradossi di Zenone.
- Testi (anche adattati) sull’infinito in Aristotele.
- Riferimenti a Galileo sui numeri infiniti.
- Brevi passi divulgativi da Cantor e Dedekind.

--> utile per mostrare:

- la profondità storica del problema.

Collegamenti interdisciplinari

Filosofia

- Aristotele: infinito potenziale/attuale.
- Problema dell’infinito nella metafisica.

Fisica

- Spazio e tempo continui.

Storia

- Evoluzione del pensiero scientifico.

Letteratura (eventuale)

- Riflessioni sull’infinito (es. Leopardi).

9. La crisi dei fondamenti

Periodo: XIX–XX secolo

Concetti chiave: Logica formale, assiomi, sistema formale, completezza, incompletezza, paradossi

Personaggi: Aristotele, George Boole, Ada di Lovelace, Gottlob Frege, Bertrand Russell, David Hilbert, Kurt Gödel, Alan Turing

Nucleo concettuale forte

La matematica è rigorosa, ma non può dimostrare tutto.

Obiettivi formativi specifici

- Comprendere il ruolo della logica nella matematica.
- Riconoscere l'esistenza di limiti interni ai sistemi matematici.
- Sviluppare capacità di riflessione critica.
- Comprendere il significato di paradosso.

Descrizione

Per lungo tempo la matematica è stata considerata il modello ideale di certezza e rigore. A partire dalla geometria di Euclide, si afferma l'idea che tutta la matematica possa essere costruita su basi solide, attraverso un sistema di assiomi e dimostrazioni. Nel XIX secolo, con lo sviluppo della logica formale, questa idea viene rafforzata. Boole traduce la logica in un linguaggio algebrico; Frege e Russell tentano un progetto ambizioso: fondare tutta la matematica sulla logica, mostrando che ogni verità matematica può essere dedotta da principi logici fondamentali. Tuttavia, proprio questo tentativo porta alla luce difficoltà profonde. Russell scopre un celebre paradosso legato alla teoria degli insiemi (l'insieme di tutti gli insiemi che non appartengono a sé stessi), che mette in crisi l'idea di una fondazione semplice e sicura. All'inizio del XX secolo, Hilbert propone un programma volto a garantire la solidità della matematica: formalizzare completamente le teorie matematiche e dimostrarne la coerenza attraverso metodi finiti e rigorosi. L'obiettivo è quello di eliminare ogni ambiguità e assicurare che la matematica sia priva di contraddizioni. La svolta arriva con Gödel, che nel 1931 dimostra i suoi teoremi di incompletezza. Egli prova che, in ogni sistema formale sufficientemente potente, esistono proposizioni vere ma non dimostrabili all'interno del sistema stesso. Inoltre, un sistema non può dimostrare la propria coerenza utilizzando solo i propri strumenti. Questi risultati segnano una vera e propria crisi dei fondamenti: l'ideale di una matematica completamente chiusa, completa e perfettamente giustificata si rivela irraggiungibile. La matematica resta rigorosa, ma emerge la consapevolezza dei suoi limiti intrinseci.

Metodologia didattica

Il tema va affrontato in modo **graduale e concettuale**, evitando formalismi tecnici.

Idea guida:

anche la matematica ha dei limiti.

Sequenza didattica:

--> fiducia nella matematica → paradossi → crisi → nuovi limiti

È importante:

- partire da esempi semplici,
- utilizzare paradossi e giochi logici,
- privilegiare la comprensione concettuale.

Possibili proposte di attività laboratoriale

a. Che cos'è una dimostrazione?

- Discussione iniziale: quando siamo "sicuri" che qualcosa è vero?
- Esempi matematici semplici.

b. Logica proposizionale (Boole)

- Attività con proposizioni:
 - vero/falso
 - connettivi logici (e, o, non)
- Tabelle di verità.

--> introduzione al linguaggio formale.

c. Ideografia (Frege)

- Attività con proposizioni:
 - predicati
 - quantificazione

--> introduzione al linguaggio formale.

d. Paradossi logici

- Esempi:
 - “questa frase è falsa”
 - varianti semplici del paradosso di Russell

--> discussione: **può esistere una contraddizione in un sistema logico?**

e. Il sogno di Hilbert

- Presentazione semplificata:
 - costruire un sistema perfetto: il programma di Hilbert
 - tutto dimostrabile, niente contraddizioni

--> gli studenti valutano: è possibile?

f. L'idea di Gödel (intuizione)

- Non entrare nei dettagli tecnici.
- Spiegazione qualitativa:
 - esistono affermazioni vere ma non dimostrabili

--> possibile analogia:

- frasi autoreferenziali.

g. Da Gödel a Turing

- Sulle ceneri del programma di Hilbert nasce il moderno concetto di algoritmo e la moderna teoria della computabilità
- Il calcolatore universale
- I limiti del calcolo computazionale: Halting Problem

Uso delle fonti

- Riferimenti a Frege
- Riferimenti (anche adattati) ai paradossi di Russell.
- Presentazioni divulgative dei risultati di Gödel.
- Estratti dall'articolo di Turing (1936-37) sulla teoria della computabilità

--> utile per mostrare:

- la portata rivoluzionaria della crisi.

Collegamenti interdisciplinari

Filosofia

- Verità, dimostrazione, conoscenza.
- Limiti del sapere umano.

Informatica

- Logica booleana.
- Programmazione e sistemi formali.

Storia

- Crisi delle certezze nel Novecento.

10. Modelli matematici e realtà

Periodo: XVII–XXI secolo (*con radici nella rivoluzione scientifica*)

Concetti chiave: Modellizzazione, variabili, equazioni, approssimazione, previsione, validazione del modello

Personaggi: Galileo Galilei, Isaac Newton, Pierre-Simon Laplace, Thomas Malthus, Henri Poincaré, Emmy Noether

Nucleo concettuale forte

Un modello matematico non dice “come è il mondo”, ma “come potrebbe funzionare sotto certe ipotesi”.

Obiettivi formativi specifici

- Comprendere che cos'è un modello matematico.
- Saper costruire e interpretare modelli semplici.
- Analizzare dati e grafici.
- Sviluppare senso critico verso le previsioni matematiche.

Descrizione

A partire dal XVII secolo, la matematica assume un ruolo centrale nella descrizione della realtà naturale. Galileo afferma che il "libro della natura" è scritto in linguaggio matematico, e Newton costruisce modelli capaci di descrivere e prevedere il moto dei corpi con straordinaria precisione. Nel corso del tempo, il concetto di modello matematico si amplia: non riguarda più solo la fisica, ma anche fenomeni biologici, sociali ed economici. Nel XVIII secolo, Malthus propone un modello di crescita della popolazione basato su una legge esponenziale; successivamente, si sviluppano modelli più complessi che tengono conto di risorse limitate e interazioni tra specie. Nel XX secolo, la modellizzazione si estende a fenomeni come la diffusione delle epidemie, l'evoluzione dei sistemi economici e il comportamento di sistemi complessi. Modelli come quelli per la diffusione di una pandemia (ad esempio modelli SIR) permettono di descrivere l'andamento dei contagi e di valutare scenari possibili. Parallelamente, emerge con forza un aspetto fondamentale: ogni modello è una semplificazione della realtà. Come sottolinea Poincaré, anche sistemi governati da leggi deterministiche possono avere comportamenti difficilmente prevedibili. La matematica non fornisce certezze assolute sul mondo, ma strumenti per interpretarlo, facendo ipotesi e valutandone le conseguenze.

Metodologia didattica

Il percorso deve essere costruito attorno a casi di studio concreti.

Idea guida: *modellizzare significa scegliere cosa considerare e cosa trascurare.*

Sequenza didattica:

--> fenomeno reale → costruzione del modello → analisi → limiti → interpretazione

È fondamentale:

- lavorare su dati reali o realistici,
- far costruire modelli (anche semplici),
- discutere criticamente i risultati.

Possibili proposte di attività laboratoriale

a. Crescita della popolazione

- Problema: come cresce una popolazione nel tempo?
- Costruzione di un modello:
 - crescita lineare
 - crescita esponenziale

--> attività:

- simulazioni con tabelle o fogli di calcolo.

→ discussione: è realistico crescere all'infinito?

b. Risorse limitate (modello logistico – intuitivo)

- Introduzione qualitativa del limite delle risorse.
- Confronto tra crescita esponenziale e crescita "saturata".

--> idea chiave: il modello cambia quando cambiano le ipotesi.

c. Modelli epidemici

- Situazione: diffusione di una malattia.
- Introduzione intuitiva di tre gruppi:
 - suscettibili
 - infetti
 - guariti

--> simulazione semplice (anche con ruoli in classe o foglio di calcolo).

--> osservazione:

- crescita iniziale,
- picco,
- diminuzione.

d. Analisi di dati reali (semplificati)

- Grafici di crescita (popolazione, contagi, ecc.).
- Interpretazione qualitativa.

--> domanda: **il modello descrive bene i dati?**

e. Confronto tra modelli

- Stesso fenomeno, modelli diversi.
- Quale funziona meglio? perché?

f. Limiti della previsione

- Discussione:
 - cosa succede se cambiano i dati iniziali?
 - quanto possiamo fidarci di un modello?

Uso delle fonti

- Citazione (anche semplificata) di Galileo sul linguaggio matematico.
- Riferimenti a Malthus sulla popolazione.
- Materiali divulgativi su modelli epidemici.

--> utile per mostrare:

- continuità tra matematica storica e problemi attuali.

Collegamenti interdisciplinari

Scienze

- Biologia: crescita delle popolazioni.
- Epidemiologia.

Fisica

- Modelli del moto e delle leggi naturali.

Educazione civica

- Interpretazione di dati (es. pandemia).
- Uso consapevole dei modelli nelle decisioni pubbliche.

Filosofia

- Determinismo vs incertezza.
- Natura dei modelli scientifici.

LA VALUTAZIONE E STORIA DELLA MATEMATICA

La varietà dei temi proposti e delle possibili modalità di realizzazione rende difficile, e probabilmente poco opportuno, definire criteri di valutazione rigidi e uniformi. I percorsi di storia della matematica possono infatti assumere forme molto diverse: lezioni seminariali, attività laboratoriali, analisi di fonti storiche, lavori di ricerca individuali o di gruppo, presentazioni orali, produzioni multimediali, discussioni guidate o approfondimenti interdisciplinari. In questo contesto, la valutazione deve essere intesa come uno strumento flessibile, strettamente collegato agli obiettivi formativi specifici del percorso effettivamente svolto e alle scelte metodologiche operate dal docente.

L'attenzione non dovrebbe concentrarsi principalmente sull'acquisizione di informazioni storiche di carattere nozionistico, come date, nomi o successioni cronologiche, ma piuttosto sulla comprensione del significato culturale e matematico degli eventi studiati. L'obiettivo fondamentale non è verificare quanto lo studente ricordi della storia della matematica, ma quanto abbia compreso i processi attraverso i quali le idee matematiche si sono sviluppate, trasformate e consolidate nel tempo. In questa prospettiva, assume particolare rilevanza la capacità di riconoscere i problemi che hanno dato origine a nuovi concetti, le difficoltà incontrate dai matematici del passato, le diverse soluzioni proposte e le ragioni che hanno portato all'affermazione di determinati metodi o punti di vista.

Un aspetto significativo riguarda inoltre la capacità di interpretare e discutere fonti storiche, naturalmente in forme adeguate al livello scolastico. Non si tratta di richiedere competenze specialistiche di carattere filologico o storiografico, ma di favorire negli studenti l'abitudine a confrontarsi direttamente con documenti e testi del passato, riconoscendone il linguaggio, il contesto e le peculiarità. Anche l'analisi di brevi estratti può costituire un'importante occasione per valutare la capacità di comprendere un testo, di individuare idee matematiche significative e di confrontare approcci differenti rispetto a quelli contemporanei. La valutazione può inoltre valorizzare le capacità argomentative e riflessive degli studenti. Molti dei temi proposti conducono infatti a interrogativi di natura epistemologica e culturale: il significato della dimostrazione, il ruolo degli assiomi, la natura dei numeri, il concetto di infinito, il rapporto tra matematica e realtà. In questi casi può risultare particolarmente interessante osservare la qualità delle argomentazioni

sviluppate dagli studenti, la loro capacità di formulare domande significative, di sostenere un punto di vista con motivazioni adeguate e di partecipare in modo consapevole alle discussioni collettive.

Accanto alle conoscenze e alle capacità di riflessione, possono essere prese in considerazione anche competenze trasversali che spesso emergono nelle attività laboratoriali e nei lavori di gruppo. Tra queste rientrano la capacità di collaborare con i compagni, di organizzare informazioni provenienti da fonti diverse, di elaborare sintesi efficaci, di utilizzare strumenti digitali per la ricerca e la presentazione dei risultati e di comunicare in modo chiaro ed efficace contenuti matematici e storici. Le modalità di verifica possono essere molteplici e adattate alle caratteristiche del percorso. Una relazione scritta, una presentazione orale, la discussione di una fonte, la produzione di un elaborato multimediale, la realizzazione di un poster, la partecipazione a un dibattito o la documentazione di un'attività laboratoriale possono costituire strumenti validi per raccogliere evidenze del lavoro svolto. In molti casi può risultare particolarmente efficace una valutazione che tenga conto dell'intero processo di apprendimento, osservando non soltanto il prodotto finale ma anche il percorso seguito dagli studenti, il livello di partecipazione, l'impegno dimostrato e la progressiva maturazione delle competenze. La storia della matematica offre infatti un contesto privilegiato per sviluppare una visione della disciplina più ampia e articolata, nella quale conoscenze, capacità critiche, competenze comunicative e consapevolezza culturale si integrano reciprocamente. La valutazione dovrebbe pertanto riflettere questa ricchezza di obiettivi, contribuendo a valorizzare non soltanto ciò che gli studenti fanno, ma anche il modo in cui comprendono, interpretano e comunicano il significato delle idee matematiche nel loro sviluppo storico.

SCANSIONE TEMPORALE

La scansione temporale proposta presenta un carattere di elevata flessibilità: i singoli temi non sono rigidamente vincolati a un anno specifico, ma possono essere collocati e modulati lungo il percorso quinquennale in base alla programmazione del docente e alle esigenze della classe.

Anno Scolastico	Temi Storici Consigliati	Nuclei Curricolari Coinvolti
I Anno	Tema 1 (Geometria deduttiva) & Tema 2 (Sviluppo del numero)	Geometria euclidea, Insiemi numerici, Notazione posizionale
II Anno	Tema 3 (Sviluppo dell'algebra) & Tema 7 (Probabilità intuitiva)	Equazioni, Calcolo letterale, Calcolo combinatorio/probabilità
III Anno	Tema 4 (Coniche e Geometria Analitica)	Piano cartesiano, Equazioni delle coniche, Trigonometria
IV Anno	Tema 5 (Nascita del Calcolo) & Tema 6 (Geometrie non euclidee)	Funzioni, Limiti, Geometria nello spazio/Sferica
V Anno	Tema 8 (L'Infinito), Tema 9 (Crisi dei fondamenti) & Tema 10 (Modelli)	Analisi matematica, Cardinalità, Logica formale, Modellistica

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Testi generali

- Ballocco, L., Bini, G., Chiriano, N., Gambarini, S., Mastroianni, A., Marzario, M. G., Ragusa, M. C., Salafico, A. C., Scalambro, E., Scappatura, R., & Zeccara, C. (2025). *La storia della matematica in classe*. Quaderni di MathUp. mateinitaly.

- Barbin, E. (2022). On the role and scope of historical knowledge in using the history of mathematics in education. *ZDM—Mathematics Education*, 54(7), 1597-1611.
- Bottazzini, U. (1990) *Il flauto di Hilbert. Storia della matematica*. Utet.
- Boyer, C. B. (1980) *Storia della matematica*. Mondadori.
- Ciarletta, M., Veronesi, I. (2023). *La storia della matematica. La matematica nella storia. Percorsi nel tempo dall'antichità all'età contemporanea*. UMath Liceo, Scienza Express.
- D'Amore B. & Sbaragli, S. (2020) *La matematica e la sua storia*, in 4 volumi. Edizioni Dedalo
- Kline M., (1987) *Storia del pensiero matematico*, in 2 tomi. Einaudi.
- Fauvel J. & Van Maanen, J. (2002) *History in Mathematics Education*. The ICMI Study. Kluwer Academic Publishers.

Testi con fonti storiche

- Bottazzini, U. Freguglia, P. Toti Rigatelli, L. (1992) *Fonti per la storia della matematica: aritmetica, geometria, algebra, analisi infinitesimale, calcolo delle probabilità, logica*. Editore Sansoni, 1992.
- Katz Victor J. (ed.) (2007) *The mathematics of Egypt, Mesopotamia, China, India, and Islam: A sourcebook*. Princeton University Press.
- Smith D.E, (1929) *A source book in mathematics*. Dover Publications Inc.
- Struik D.J. (ed.) (1969) *A source book in Mathematics 1200-1800*. Harvard University Press.

REVISIONE LINGUISTICA

Per la revisione stilistica e grammaticale del testo sono stati utilizzati vari sistemi di IA generativa/LLM.