Sezione 3
L'OFFERTA FORMATIVA

Capitolo 6

SVILUPPO DELLE COMPETENZE STEM: FINALITA', METODOLOGIE, VALUTAZIONE

1. INTRODUZIONE

L'acronimo STEM (Science – Technology – Engineering – Mathematics) viene introdotto agli inizi degli anni Duemila in ambito anglosassone per indicare quelle discipline ritenute fondamentali per la formazione e la realizzazione professionale delle generazioni del XXI secolo.

Dall'analisi dei risultati di indagini internazionali sul livello di preparazione degli studenti era emersa la presenza di una percentuale significativa di allievi con scarse competenze scientifiche, il che avrebbe implicato ripercussioni negative sul mercato del lavoro e sullo sviluppo economico di una nazione. Ciò ha portato alcuni governi a prendere provvedimenti per migliorare il processo di apprendimento - insegnamento delle discipline scientifiche e per incentivare l'iscrizione a percorsi post-secondari attinenti alle STEM. In ambito italiano le rilevazioni Invalsi hanno restituito un quadro non confortante delle competenze matematiche degli studenti nei vari gradi di istruzione, seppur con differenze territoriali, socioeconomiche e di genere.

Negli anni sono state quindi messe in campo azioni per incentivare l'iscrizione alle facoltà scientifiche (PLS – Piano Lauree Scientifiche) e per l'introduzione delle nuove tecnologie nella didattica (PNSD); anche il diffondersi di gare e concorsi per valorizzare le eccellenze è andato nella direzione di promuovere la cultura scientifica tra le nuove generazioni, spesso con un approccio ludico e collaborativo. Ma sino al 2022-23 [Next generation EU] non sono state previste in Italia azioni organiche per incrementare le competenze scientifiche di base in tutta la popolazione scolastica in ogni ordine e grado: nel PNRR Istruzione e Ricerca – Missione 4 sono state invece inserite azioni e linee di investimento specifiche, che mirano a dare impulso all'innovazione della didattica delle discipline STEM per rendere strutturale l'acquisizione e lo sviluppo delle competenze STEM tra i giovani e soprattutto tra le ragazze.

2. LINEE GUIDA PER LE DISCIPLINE STEM

Le "Linee guida per le discipline STEM", pubblicate il 15 settembre 2023 come allegato al DM 184, sono finalizzate all'introduzione nel PTOF delle istituzioni scolastiche di azioni volte "*a rafforzare nei curricoli lo sviluppo delle competenze matematico-scientifico-tecnologiche e digitali legate agli specifici campi di esperienza e l'apprendimento delle discipline STEM, anche attraverso metodologie didattiche innovative*".

L'approccio STEM ben si presta ad affrontare la complessità del mondo moderno in costante cambiamento: la prospettiva interdisciplinare che lo caratterizza permette di applicare le abilità acquisite in diverse discipline in un'integrazione tra ambito teorico e pratico che contribuisce allo sviluppo di nuove competenze, anche trasversali, essenziali ai cittadini e ai professionisti del domani. In quest'ottica lo studio delle discipline STEM permette di non subire la tecnologia che ci circonda, ma di promuoverne un utilizzo consapevole. Compito fondamentale della scuola del XXI secolo è quindi quello di formare cittadini consapevoli che abbiano acquisito capacità logico-deduttive utili a ragionare in modo scientifico per poter distinguere il vero dal falso.

Le "Linee guida delle discipline STEM" traggono la loro origine dal contesto europeo. Nella "Raccomandazione sulle competenze chiave per l'apprendimento permanente" del 2018 viene aggiunta la competenza in matematica, in scienze, tecnologie e ingegneria tra le otto competenze europee. Con la Risoluzione del 10 giugno 2021 il Parlamento Europeo introduce specifiche iniziative per la promozione della parità di genere in materia di istruzione e occupazione, con particolare applicazione al campo delle discipline STEM. Infine, il "Piano d'azione per l'istruzione digitale 2021-2027" è finalizzato allo sviluppo di competenze trasversali quali le competenze digitali [Dig. Comp. 2.2], il pensiero critico, la capacità di risolvere problemi, la gestione e lo spirito

imprenditoriale. In una prospettiva più ampia, non si può non citare l'Agenda ONU 2030, dove, tra le finalità elencate nell'obiettivo 4 – Traguardi per un'istruzione di qualità - è previsto l'incremento delle competenze scientifiche e tecniche della popolazione al fine di eliminare disparità socioeconomiche e di genere.

Il cuore delle Linee guida è costituito dalle indicazioni metodologiche per nuovi approcci multidisciplinari all'insegnamento delle discipline coinvolte. L'approccio integrato STEM si basa infatti sul potenziamento delle competenze chiave note come "4C":

1. **critical thinking (Pensiero critico)**: consiste nell'analizzare informazioni e idee da diverse prospettive, valutare le varie opzioni e prendere decisioni informate;
2. **communication (Comunicazione)**: si riferisce alla capacità di esprimere e interpretare informazioni e idee in modo efficace attraverso vari linguaggi e mezzi di comunicazione;
3. **collaboration (Collaborazione)**: si manifesta nel lavorare efficacemente in gruppo, contribuendo al raggiungimento di un obiettivo comune;
4. **creativity (Creatività)**: si attua con la generazione di nuove idee, trovando soluzioni innovative ai problemi e creando opere originali.

Le quattro competenze chiave appena citate possono essere sviluppate con metodologie quali:

- *laboratorialità e learning by doing*: la promozione di attività pratiche e di laboratorio consente di coinvolgere attivamente gli studenti che sono spinti a collaborare per la risoluzione di problemi concreti;
- problem solving e metodo induttivo: attraverso la risoluzione di problemi reali, gli studenti possono pianificare il lavoro e valutare varie soluzioni sviluppando una comprensione più approfondita dei concetti;
- cooperative learning: il lavoro in gruppo, dove ciascun membro riveste un ruolo specifico, consente di valorizzare la capacità di comunicare e proporre soluzioni alternative valorizzando i talenti di ciascuno;
- promozione del pensiero critico nella società digitale: l'utilizzo di risorse digitali interattive può arricchire l'esperienza di apprendimento consentendo agli studenti di esplorare, sperimentare e applicare le conoscenze in modo attivo e coinvolgente;
- metodologie didattiche innovative: si possono citare in particolare il Problem Based Learing (apprendimento basato sulla risoluzione di problemi), il Design Thinking (valorizzazione della creatività degli studenti), il Tinkering (indagine creativa sperimentando con strumenti e materiali), l'Hackathon (sfide di co-progettazione su tematiche innovative), il Debate (confronto tra squadre su specifiche tematiche) e l'Inquiry based Learning (apprendimento basato su una dialettica domande-risposte da parte degli studenti sotto la guida del docente).

Tutte le metodologie proposte hanno in comune un approccio laboratoriale con un forte carattere multidisciplinare, che pone lo studente al centro del processo di apprendimento: la loro integrazione nella didattica tradizionale consente agli studenti una comprensione più approfondita dei concetti. Nella scuola secondaria di secondo grado, ad esempio, PCTO in ambito STEM costituisco uno strumento efficace da incentivare per l'applicazione integrata delle nuove metodologie.

La valutazione formativa delle competenze STEM rappresenta un feedback basato sugli obiettivi di apprendimento che può consentire agli studenti di individuare i propri punti di forza e le aree di miglioramento. Gli strumenti più adatti per il monitoraggio dell'acquisizione delle competenze sono i compiti di realtà e le osservazioni sistematiche: con i compiti di realtà, infatti, lo studente è chiamato ad applicare conoscenze e abilità acquisite in vari ambiti per la risoluzione di situazioni problematiche complesse e nuove; le osservazioni sistematiche permettono invece di valutare il processo di acquisizione delle competenze e non solo la loro applicazione.

Nelle Linee guida viene inoltre sottolineata l'importanza del coding e del pensiero computazionale: le competenze digitali sono infatti ormai fondamentali per la partecipazione attiva nella società digitale. È quindi importante includere nel curricolo anche obiettivi di apprendimento riferiti alla cittadinanza digitale, già previsti dalla legge 92/2019 sull'insegnamento dell'Educazione Civica. In questo contesto può trovare spazio un corretto e consapevole utilizzo dell'Intelligenza Artificiale, affrontando anche i rischi di un suo utilizzo scorretto.

Risulta inoltre fondamentale prevedere l'evoluzione progressiva dell'idea di STEM in STEAM, dove A sta per Arte, quindi per discipline umanistiche, allo scopo di creare "un insieme multidisciplinare di approcci all'istruzione che rimuove le barriere tradizionali tra materie e discipline per collegare l'educazione STEM e ICT (tecnologie dell'informazione e della comunicazione) con le arti, le scienze umane e sociali".

I curricoli italiani non presentano specifici riferimenti alle discipline STEM nel loro complesso, anche se nelle "Indicazioni Nazionali per il curricolo dei Licei " del 2012 viene evidenziato che è fondamentale una nuova alleanza tra scienza, tecnologia, arte e discipline umanistiche; in particolare, nel profilo culturale, educativo e professionale dei Licei è previsto che gli studenti sappiano "*compiere le necessarie interconnessioni tra i metodi e i contenuti delle singole discipline*". Le "Linee guida per gli istituti tecnici" del 2010 e 2012 dal canto loro incentivano l'acquisizione dei saperi attraverso lavori per progetti ed infine negli istituti professionali il "Regolamento" del 2018 raccomanda l'utilizzo di metodologie didattiche come il problem solving, i compiti di realtà e il project work.

Si deve tuttavia tenere conto che nella scuola secondaria di secondo grado i curricoli sono differenziati a seconda degli indirizzi di studio e possono prevedere diversi livelli di approfondimento delle discipline scientifiche: per tali ragioni è necessario adottare misure volte a garantire pari opportunità nelle carriere STEM a studenti di ogni indirizzo. (*)

3. POTENZIALITA' IN CHIAVE STEM DI AMBIENTI E STRUMENTAZIONE DEL PROGETTO DI ISTITUTO SCUOLA 4.0 IIS ANTONIETTI

(*) Del resto, la necessità di interventi volti a potenziare le competenze STEM emerge in modo significativo anche dall'analisi delle prove standardizzate nazionali (prove Invalsi di matematica) e da rilevazioni internazionali (indagine OCSE-PISA 2022 in matematica e scienze), che mettono in luce il mancato raggiungimento delle competenze di base da parte di una percentuale significativa di studenti. Tali indagini evidenziano anche differenze significative negli apprendimenti della matematica tra maschi e femmine e differenze dovute all'origine sociale. Le linee di investimento "PNRR Scuola 4.0" e "Nuove competenze e nuove linguaggi" mirano non a caso a dotare le scuole di ambienti innovativi di apprendimento ed a realizzare azioni formative significative per il loro utilizzo, volte a promuovere l'acquisizione di competenze in ambito STEM e a ridurre divari territoriali, sociali e di genere.

In particolare, l'elaborazione e la realizzazione di un progetto di istituto "Scuola 4.0" offre molte potenzialità in ambito STEM. Il progetto "Scuola 4.0" dell'IIS Antonietti, infatti, mira ad integrare le nuove tecnologie digitali e le competenze STEM nelle attività didattiche e nell'organizzazione degli ambienti scolastici; si prevede la creazione di ambienti e strumenti digitali di apprendimento: l'implementazione di tecnologie come lavagne interattive, computer, tablet, stampanti 3D, robotica, realtà virtuale e aumentata permette agli studenti di esplorare, sperimentare e apprendere in modo più coinvolgente.

Gli ambienti sono progettati in modo da favorire le interazioni, la creatività e l'apprendimento pratico degli studenti; si possono creare spazi flessibili e modulari dove gli allievi possono lavorare in gruppi o individualmente, utilizzando strumenti e attrezzature per svolgere attività di laboratorio, sviluppando in tal modo l'apprendimento attivo e collaborativo e la loro curiosità.

L'utilizzo delle tecnologie e degli strumenti STEM permette poi agli insegnanti di adattare l'apprendimento alle esigenze di ogni singolo studente, consentendo di monitorarne i progressi, individuarne punti di forza e lacune ed offrire percorsi personalizzati di apprendimento. Gli ambienti innovativi e le tecnologie possono divenire il tramite per un cambiamento non più procrastinabile dei metodi e delle tecniche di valutazione degli apprendimenti in chiave formativa e motivazionale, grazie al contributo offerto dalle tecnologie digitali che consentono di avere feedback in itinere per monitorare e migliorare sia il processo di apprendimento dello studente che di insegnamento da parte del docente. L'utilizzo di strumenti come la realtà virtuale e aumentata, infine, permette agli allievi di apprendere in modo autonomo, esplorando argomenti e concetti secondo un proprio ritmo.

Dettaglio degli ambienti di apprendimento previsti dal progetto “Scuola 4.0” dell’ IIS Antonietti:

Ambiente	n	Dotazioni digitali	Arredi	Finalità didattiche
IPAZIA ambienti di apprendimento STEM	5	Schermi multimediali interattivi, device portatili, software e piattaforme specifiche per la didattica delle materie Stem, strumenti per la realtà aumentata, calcolatrici scientifiche con sensori	Postazioni mobili configurabili con setting sia frontale sia partecipato e cooperativo	Consolidare le conoscenze teoriche acquisite, intuire e verificare proprietà generali attraverso un approccio operativo e basato sul problem solving. Sviluppare il pensiero critico
EUTROPIA ambiente di apprendimento di educazione finanziaria	1	Device portatili che garantiscano adeguate capacità di calcolo e software specifici per analisi e elaborazione dati, stesura di piani economici nonché l’accesso a portali	Postazioni mobili configurabili con un setting cooperativo attrezzate per l’alimentazione dei dispositivi	Sviluppare la consapevolezza economico finanziaria anche come competenza di educazione civica o in PW di PCTO, attraverso cooperative learning, simulazioni di situazioni reali e gamification
FEDORA ambiente di apprendimento progettazione integrata discipline CAT	1	Device portatili dotati di software di progettazione grafica 2D/3D - BIM, editing grafico, stampante 3D, plotter digitali, laser scanner, schermi multimediali interattivi	Postazioni mobili configurabili con setting sia frontale sia partecipato e cooperativo, attrezzate per l’alimentazione e la connessione dei dispositivi	Realizzare esperienze di formazione multidisciplinari integrate particolarmente significative grazie alla disponibilità di tecnologie effettivamente in uso nel contesto lavorativo attuale
TEODORA ambiente di apprendimento progettazione integrata discipline IPSMAT	2	Device portatili dotati di software di simulazione pneumatica-oleodinamica-elettrica (Suite FluidSim 6.0); pacchetto Solidworks Flow Simulation; CNC-Simulator, schermi multimediali interattivi	Postazioni mobili configurabili con setting sia frontale sia partecipato e cooperativo, attrezzate per l’alimentazione e la connessione dei dispositivi	Realizzare esperienze multidisciplinari integrate tra più ambiti tecnologici per valorizzare la formazione in processi di digitalizzazione del lavoro
DESPINA ambiente di apprendimento arte e creatività	1	Dispositivi per realtà virtuale aumentata e immersiva, stampante 3D, plotter, cutter e laser, tavolette grafiche; software per arte generativa, apparati LED e fibre ottiche, piani luminosi interattivi	Supporti mobili per la custodia efficace e l’utilizzo agile e sicuro della strumentazione, postazioni mobili per studenti configurabili in modo flessibile	Favorire l’integrazione di creatività e tecnologia. Arricchire la didattica delle discipline artistiche avvalendosi sia di strumenti di realtà immersiva, sia di sperimentazioni operative e materiali

EUDOSSIA **ambiente mobile per produzione audio visiva**	1	Cabby con videocamera, videocamera 360, ring light, microfoni, fotocamera pc per l'elaborazione software per il montaggio video/audio e editing fotografico	Supporto mobile per custodire e spostare agevolmente il materiale, postazione per la ricarica veloce dei dispositivi in uso	Sperimentare e appropriarsi dei linguaggi e delle nuove forme di comunicazione multimediale. Elaborare prodotti audio, video, podcast, contenuti per il web
PENTESILEA **ambiente di apprendimento per realtà virtuale e aumentata**	1	Stampante 3D, visori VR, schede Arduino, dispositivi fissi e mobili, schermo interattivo	Tavoli con postazioni di ricarica e attrezzati per la connessione. Posizioni mobili facilmente configurabili in setting informali partecipati e cooperativi	Fornire un ambiente fortemente orientato alla sperimentazione in ambito digitale e di apprendimento libero. Utilizzabile per corsi peer to peer fra gli studenti, making e coding
ISIDORA **open space**	2	Device mobili e versatili, predisposti per collegarsi facilmente agli account degli studenti e alle piattaforme già in uso per la didattica	Postazioni mobili, attrezzate per la connessione e l'alimentazione, il più possibile flessibili e configurabili in base a esigenze diverse. Pareti mobili per articolare l'ambiente in modo polifunzionale	Creare spazi multifunzionali utilizzabili per attività anche informali ed extracurricolari di confronto, ricerca, approfondimento, fra pari o in piccoli gruppi guidati dall'insegnante
ISAURA **ambienti di informatica**	2	PC fissi e portatili con caratteristiche hardware adeguate all'utilizzo per la programmazione e software specifici, schermi multimediali interattivi	Postazioni adeguate ai dispositivi fissi e postazioni mobili per disposizioni riconfigurabili, attrezzate per l'alimentazione e la connessione dei dispositivi	Fornire ambienti per la fruizione di esperienze multimediali e immersive utilizzabili trasversalmente in ogni disciplina sia in situazioni di lezione dialogata sia nel cooperative learning
MAROZIA **biblioteca digitale**	1	Tablet/ebook reader a disposizione degli studenti. Catalogo digitale delle opere, device per la consultazione del catalogo e delle risorse accessibili online (giornali riviste etc)	Postazioni fisse attrezzate con possibilità di connessione e ricarica anche di eventuali dispositivi individuali	Permettere la consultazione funzionale del catalogo digitale, delle risorse multimediali in locale e online. Integrare uno spazio di studio e consultazione
BERENICE **aule per didattica inclusiva**	20	Postazioni con monitor touch, tastiera espansa, trackball, joystick, tablet. Software per lettura vocale, CAA, disturbi spettro autistico, creazione di mappe concettuali, riconoscimento caratteri	Postazioni mobili funzionali all'utilizzo della strumentazione da parte di studenti disabili anche in presenza dell'insegnante di sostegno facilmente integrabili nel setting d'aula	Rendere il più possibile accessibile l'attività ordinaria del gruppo classe anche per gli studenti con disabilità, DSA e BES. Favorirne quindi l'inclusione e ridurre dispersione scolastica

4. POTENZIALITA' IN CHIAVE STEM DEL PIANO DI INVESTIMENTO "NUOVE COMPETENZE, NUOVI LINGUAGGI" [DM 65 / 2023]

Sempre nell'ottica di un potenziamento anche delle competenze STEM, l'IIS Antonietti ha presentato nell'a.s. 2023-24, un progetto di massima, da dettagliare successivamente, nell'ambito dell'investimento 3.1 "Nuove competenze e nuovi linguaggi" della Missione 4 – Componente 1 del PNRR. Tale linea di investimento ha il duplice obiettivo di promuovere l'integrazione, all'interno dei curricula di tutti i cicli scolastici, di attività, metodologie e contenuti volti a sviluppare le competenze STEM, digitali e di innovazione, e di potenziare le competenze multilinguistiche di studenti e insegnanti.

I percorsi formativi previsti da questa linea di investimento presentano alcuni aspetti caratterizzanti:

- l'analisi dei fabbisogni per il potenziamento dello studio delle discipline STEM in coerenza con il curricolo scolastico;
- la coerenza dei percorsi attivati con le linee guida per le discipline STEM;
- il coinvolgimento degli studenti di tutti gli indirizzi di studio quali destinatari delle iniziative formative;
- un'attenzione particolare alla valorizzazione delle studentesse e alla promozione di pari opportunità di genere
- l'inclusione come caratteristica trasversale ai percorsi proposti.

Si prevedono quindi alcuni percorsi specifici per indirizzo di studi, proposti ai gruppi classe in orario curricolare, e altri trasversali, aperti a tutti gli studenti e in orario extracurricolare, da svolgersi a partire dalla seconda metà dell'a.s. 2023-24 e da concludersi entro il 15 maggio 2025.

Per quanto riguarda questi ultimi, rivestiranno un ruolo significativo iniziative per la preparazione alle Olimpiadi scientifiche e alle gare di matematica, con approccio basato sul problem solving e con il ricorso a metodologie di lavoro cooperativo. Si attiveranno poi corsi di coding e making fortemente caratterizzati da un approccio laboratoriale con metodologia problem based learning. Infine, con lo stesso stile didattico, si prevedono corsi per l'utilizzo di nuovi strumenti già acquisiti grazie al piano "Scuola 4.0" quali drone, stampante 3D, visori per realtà virtuale.

I percorsi specifici per i singoli indirizzi di studi avranno invece le seguenti caratteristiche:

- Ordinamento professionale - IPSMAT: proposte di carattere laboratoriale e metodologie problem based learning sull'intelligenza artificiale e sull'industria 4.0, con l'utilizzo del laboratorio "Zenobia", realizzato grazie al "Piano Scuola 4.0".
- Ordinamento professionale - IPSSAS: interventi formativi integrati con le materie di indirizzo che, con un approccio learning by doing e con successiva certificazione delle competenze digitali raggiunte, consentano di esprimere la creatività e realizzare quanto richiesto dalle varie discipline utilizzando le tecnologie e gli strumenti più attuali.
- Ordinamento tecnico - indirizzo economico: introduzione di metodologie didattiche innovative; ad esempio la disponibilità dell'ambiente "Eutropia" per l'educazione finanziaria favorisce la creazione di percorsi di carattere laboratoriale orientati a sviluppare le competenze di analisi critica e rielaborazione dei dati e di loro applicazione nell'ambito sociale ed economico.
- Ordinamento tecnico - indirizzo tecnologico: percorsi formativi in ambito professionalizzante che prevedono approcci multidisciplinari quali rilievi topografici con drone, raccolta e analisi dati, sfruttando l'ambiente "Fedora" e gli strumenti specifici in dotazione della scuola.
- Ordinamento liceale: percorsi extracurricolari di making, coding e intelligenza artificiale, caratterizzati da approccio laboratoriale, cooperative learning e sviluppo delle competenze di problem solving.

Per la valorizzazione delle studentesse e la promozione di pari opportunità, sarà attivato uno specifico laboratorio per la preparazione alla gara femminile di matematica a squadre, competizione che costituisce un'occasione per fornire un'esperienza formativa specifica aperta a tutte le allieve dell'istituto in orario extracurricolare. Data poi la particolare configurazione dell'indirizzo IPSSAS, quasi completamente femminile, tutti i percorsi proposti nell'indirizzo in orario curricolare costituiscono di fatto un intervento attivo in favore del superamento dei divari di genere e della valorizzazione dei talenti e delle competenze delle studentesse anche in ambito STEM.

Attenzione specifica sarà poi posta alla formazione STEM degli studenti con bisogni educativi speciali, anche utilizzando le strumentazioni e gli ambienti acquistati con il “Piano Scuola 4.0”

In applicazione delle indicazioni contenute nelle “Linee guida per le discipline STEM” in materia di orientamento verso studi e carriere STEM, infine, si prevedono percorsi di formazione per il superamento dei test di ammissione alle facoltà universitarie.