

Le competenze chiave per l'apprendimento permanente e la costruzione dell'identità professionale. Seconda parte: le competenze matematico-scientifico ingegneristiche e digitali

MICHELE PELLERÉY¹

Introduzione

La nuova Raccomandazione del Consiglio europeo relativa alle competenze chiave per l'apprendimento permanente, pubblicata nel 2018, aggiorna e approfondisce quanto delineato nella precedente del 2006. Ciò è particolarmente evidente già nei titoli adottati per delineare i vari ambiti di competenze. Nel caso dell'ambito scientifico-tecnologico si nota una particolare influenza di tendenze in atto negli Stati Uniti d'America, tendenze ancora oggetto di ampia discussione e approfondimento e che hanno avuto alcuni riscontri anche in Europa. Nella presentazione della nuova Raccomandazione si afferma, infatti, (numero 16): «Al fine di motivare un maggior numero di giovani a intraprendere carriere in scienza, tecnologia, ingegneria e matematica (STEM), diverse iniziative in tutta Europa hanno puntato a tessere un rapporto più stretto tra l'istruzione scientifica e le arti e altre materie, utilizzando la pedagogia induttiva e coinvolgendo un vasto spettro di protagonisti della società e dell'industria. Anche se la definizione di tali competenze non ha subito grossi cambiamenti nel corso degli anni, assume sempre maggiore importanza il sostegno allo sviluppo delle competenze negli ambiti STEM, che dovrebbe trovare espressione nella presente raccomandazione».

Di conseguenza il Consiglio europeo raccomanda agli Stati membri di: «promuovere l'acquisizione di competenze in scienza, tecnologia, ingegneria e matematica (STEM), tenendo conto dei collegamenti con le arti, la creatività e l'innovazione, e motivare di più i giovani, soprattutto ragazze e giovani donne, a in-

¹ Professore Emerito, già ordinario di Didattica dell'Università Pontificia Salesiana di Roma.

traprendere carriere STEM (numero 2.3); innalzare e migliorare il livello delle competenze digitali in tutte le fasi dell'istruzione e della formazione per tutti i segmenti della popolazione (numero 2.4)». Si può notare come le motivazioni adottate riprendano quelle considerate dalla politica statunitense a livello Federale.

Occorre anche chiarire come in molti Paesi la cosiddetta competenza digitale venga inclusa entro il quadro delle discipline considerate dalla STEM, in particolare per quanto concerne non tanto l'uso, quanto la progettazione e realizzazione di artefatti digitali. La proposta delle Regioni di un nuovo testo riferibile alle «Competenze culturali di base dei percorsi di Istruzione e Formazione Professionale», in fase di approvazione, mantiene la distinzione tra «Competenze, matematiche, scientifiche e tecnologiche» e «Competenza digitale», facendo riferimento al testo europeo, ma interpretandolo per il contesto italiano. Vengono così proposte come competenze per il terzo anno di qualifica: «Utilizzare concetti matematici, semplici procedure di calcolo e di analisi per descrivere e interpretare dati di realtà e per risolvere situazioni problematiche di vario tipo legate al proprio contesto di vita quotidiano e professionale»; «Utilizzare concetti e semplici procedure scientifiche per leggere fenomeni e risolvere semplici problemi legati al proprio contesto di vita quotidiano e professionale, nel rispetto dell'ambiente»; «Utilizzare le tecnologie informatiche per la comunicazione e la ricezione di informazioni». Mentre per il quarto anno di diploma si indica: «Rappresentare la realtà e risolvere situazioni problematiche di vita e del proprio settore professionale avvalendosi degli strumenti matematici fondamentali e sulla base di modelli e metodologie scientifiche»; «Utilizzare le reti e gli strumenti informatici in maniera consapevole nelle attività di studio, ricerca, sociali e professionali».

1. Competenza matematica e competenza in scienze, tecnologie e ingegneria

Il testo europeo così si esprime: «A. La competenza matematica è la capacità di sviluppare e applicare il pensiero e la comprensione matematica per risolvere una serie di problemi in situazioni quotidiane. Partendo da una solida padronanza della competenza aritmetico-matematica, l'accento è posto sugli aspetti del processo e dell'attività oltre che sulla conoscenza. La competenza matematica comporta, a differenti livelli, la capacità di usare modelli matematici di pensiero e di presentazione (formule, modelli, costrutti, grafici, diagrammi) e la disponibilità a farlo. B. La competenza in scienze si riferisce alla capacità di spiegare il mondo che ci circonda usando l'insieme delle conoscenze e delle metodologie, comprese l'osservazione e la sperimentazione, per identificare le problematiche e trarre conclusioni che siano basate su fatti empirici, e alla disponibilità a farlo. Le compe-

tenze in tecnologie e ingegneria sono applicazioni di tali conoscenze e metodologie per dare risposta ai desideri o ai bisogni avvertiti dagli esseri umani. La competenza in scienze, tecnologie e ingegneria implica la comprensione dei cambiamenti determinati dall'attività umana e della responsabilità individuale del cittadino». Vengono poi esplicitate le conoscenze, abilità e atteggiamenti fondamentali che entrano a fare parte di queste competenze.

Il testo proposto dalle Regioni presenta così le competenze, sopra richiamate: «Le competenze matematico, scientifico-tecnologiche rappresentano la declinazione della relativa competenza chiave europea ed esprimono la capacità di spiegare il mondo che ci circonda sapendo identificare e risolvere in situazioni quotidiane e professionali le problematiche, nel rispetto delle disposizioni normative e contrattuali, traendo le conclusioni che siano basate su fatti comprovati, attraverso:

- l'applicazione di metodi adeguati di osservazione, di indagine e di procedure sperimentali propri delle scienze;
- la capacità di utilizzare linguaggi matematici e modelli formalizzati per definire e risolvere problemi reali;
- la capacità di comunicare anche con un linguaggio tecnico-scientifico specifico di settore le proprie osservazioni, i procedimenti seguiti e i ragionamenti che giustificano determinate conclusioni rispetto alle problematiche scientifiche specifiche dei processi del proprio ambito professionale.

Tali competenze includono la capacità di utilizzare strumenti, dati e metodi scientifici essenziali per raggiungere un obiettivo o per formulare una decisione o conclusione sulla base di elementi probanti e di evidenze; è il presupposto per lo sviluppo di una professionalità agita in modo efficace e consapevole e di un atteggiamento culturale orientato all'approccio scientifico. Un atteggiamento positivo in relazione alla dimensione matematica si basa sul rispetto della scientificità e sulla disponibilità a cercare le cause e a valutarne la validità. Le competenze scientifiche implicano un atteggiamento di valutazione critica e curiosità, l'interesse per le questioni etiche e l'attenzione sia alla sicurezza, sia alla sostenibilità ambientale, in particolare per quanto concerne il progresso scientifico e tecnologico».

Nella prospettiva da noi indicata di identificare gli aspetti della competenza nel pensare che collegano da una parte e distinguono dall'altra i vari ambiti disciplinari evocati considerandoli come componenti dello sviluppo della propria identità professionale, mi sembra necessario aggiungere subito quanto prefigurato a livello europeo e italiano per la competenza digitale.

2. La competenza digitale

Il testo proposto dalle Regioni riprende all'inizio quanto indicato in generale dalla Raccomandazione europea: «La competenza digitale presuppone l'interesse per le tecnologie digitali e il loro utilizzo con dimestichezza e spirito critico e responsabile per apprendere, lavorare e partecipare alla società. Esse comprendono l'alfabetizzazione informatica e digitale, la comunicazione e la collaborazione, l'alfabetizzazione mediatica, la creazione di contenuti digitali (inclusa la programmazione), la sicurezza (compreso l'essere a proprio agio nel mondo digitale e possedere competenze relative alla cyber sicurezza), le questioni legate alla proprietà intellettuale, la risoluzione di problemi e il pensiero critico».

«La competenza digitale presuppone l'interesse per le corrispettive tecnologie e il loro utilizzo con dimestichezza, spirito critico e responsabile per apprendere, lavorare e partecipare alla società. Essa comprende l'alfabetizzazione informatica e digitale (con particolare riferimento a principi generali, meccanismi e logica che sottendono alle tecnologie digitali in evoluzione, oltre che a funzionamento e utilizzo di base di diversi dispositivi, software e reti), la comunicazione e la collaborazione, la creazione di contenuti digitali, la sicurezza e la risoluzione di problemi.

Il suo possesso implica la consapevolezza delle potenzialità delle tecnologie digitali per la comunicazione, la creatività e l'innovazione, nonché dei loro limiti, effetti e rischi, attraverso un approccio critico nei confronti della validità, dell'affidabilità e dell'impatto delle informazioni e dei dati resi disponibili con strumenti digitali e il riferimento ai principi etici e legali chiamati in causa.

L'interrelazione con l'insieme delle competenze di base culturali, personali e sociali è strettissimo: l'utilizzo delle tecnologie digitali costituisce un aspetto ormai fondamentale della cittadinanza attiva e dell'inclusione sociale, della collaborazione con gli altri e della creatività nel raggiungimento di obiettivi personali, sociali o commerciali.

Interagire con le tecnologie e i contenuti digitali presuppone un atteggiamento riflessivo e critico, ma anche improntato alla curiosità, aperto e interessato al futuro della loro evoluzione. Impone anche un approccio etico, sicuro e responsabile all'utilizzo di tali strumenti».

Rispetto al testo del 2006 emerge una certa, modesta, apertura verso lo sviluppo del cosiddetto pensiero computazionale, cioè alla capacità di progettare, testare e valorizzare software informatici al fine di risolvere problemi operativi affidandone l'esecuzione a macchine di natura digitale. Precedentemente ci si era concentrati solo sulla valorizzazione consapevole e produttiva dei dispositivi e delle reti digitali².

² Un approfondimento di queste questioni è stato oggetto di alcuni articoli pubblicati dalla Rassegna CNOS. In particolare sono stati presentati alcuni studi europei e italiani in: PELLERÉY M., *La competenza digitale: una competenza chiave per l'apprendimento permanente. Dieci anni di riflessioni critiche e propositive a livello europeo e italiano*, Rassegna CNOS, 2014, 30, 1, pp. 41-56.

3. Le convinzioni epistemiche e il loro influsso sull'apprendimento

Le convinzioni epistemiche sono le nostre concezioni sulla natura delle varie conoscenze umane e sul modo attraverso cui possiamo farle nostre. Tali convinzioni stanno alla base del nostro impegno nell'apprenderle, delle modalità di farlo e del modo di valorizzarle nello studio, nel lavoro e nella vita. Spesso nel contesto della scuola, ma specialmente dei percorsi di formazione professionale, esse condizionano non poco le metodologie didattiche e i risultati che ne derivano. Un caso esemplare è quello della matematica, identificata da molti con le sole abilità di calcolo aritmetico o algebrico. Si insiste più che sui concetti fondamentali propri di tali ambiti conoscitivi, sullo sviluppo di abilità che oggi sono più affidabili e veloci, se si utilizzano intelligentemente strumenti digitali. Si sottovalutano, invece, i processi di modellizzazione matematica e sull'importanza di possedere consapevolmente e significativamente i principali concetti e procedimenti matematici, come quelli relativi alla proporzionalità. Ritengo utile quindi esplorare almeno in maniera essenziale, alcune caratteristiche epistemiche degli ambiti disciplinari evocati dalle competenze chiave europee, come della competenze culturali di base della IeFP.

La Raccomandazione europea sembra insistere su una concezione della matematica di tipo applicativo e più precisamente di una matematica che offre concetti, principi, procedimenti, forme di ragionamento e linguaggi, che permettono di costruire modelli interpretativi e risolutivi dei problemi posti sia dalla vita quotidiana e lavorativa, sia dagli sviluppi scientifici e tecnologici. Forse non risulta abbastanza chiaro nei vari documenti il ruolo centrale che riveste in tutto ciò il processo di modellizzazione matematica, processo che per molti versi sta alla base non solo della matematica, ma, a mio avviso, anche della scienza, della tecnologia e dello stesso pensiero computazionale. In altre parole si tratta di processi di astrazione che selezionano elementi e relazioni presenti nella situazioni o nei fenomeni, normalmente assai complessi e difficili da gestire, per rappresentarli in maniera più sintetica e in qualche modo prive di dettagli che risultano dal punto di vista adottato insignificanti. In questo processo astrattivo giocano un ruolo essenziale concetti, parole, relazioni, ecc. che la matematica nel corso dei secoli ha sviluppato come strumenti di pensiero e di risoluzione di problemi. Modelli matematici come le sezioni coniche (ellissi, parabole e iperboli) sono stati studiati nel 200 a.C. da Apollonio di Perga, ma sono stati applicati secoli dopo da Keplero nell'esaminare il moto dei pianeti. Più recentemente, i modelli di geometria differenziale dei matematici italiani Bianchi, Ricci Curbastro e Levi-Civita sono stati valorizzati da Albert Einstein nelle sue indagini sulla relatività. Quanto all'ambito ingegneristico e tecnologico, Jannette Wing, una delle maggiori studiose dell'informatica e delle forme di pensiero implicate, ha affermato: «Il pensiero com-

putazionale si basa congiuntamente sul pensiero matematico e su quello ingegneristico»³.

In generale, si può affermare che sia le scienze naturali, sia l'informatica, sia le altre forme di pensiero scientifico e ingegneristico si appoggiano su modelli astratti e processi logici e operativi di natura matematica, fino al punto che una parte consistente di quest'ultima è stata sviluppata proprio per rispondere alle esigenze poste da questioni scientifiche e ingegneristiche. Una delle maggiori conseguenze di questa constatazione sta nel ruolo sempre più centrale nella formazione culturale, ma soprattutto professionale, di un'acquisizione significativa, stabile e fruibile dei principali concetti e procedimenti che caratterizzano il pensiero matematico. Ricordo la situazione degli anni ottanta relativa alla formazione professionale nell'ambito della meccanica e della grafica: l'introduzione delle macchine a controllo numerico e della fotocomposizione pose seri problemi di natura cognitiva a operatori abituati ad agire direttamente sulle macchine e costretti ora a usare per comunicare con esse linguaggi artificiali. Se avessero avuto un'adeguata formazione matematica ciò li avrebbe aiutati a gestire rappresentazioni astratte di processi concreti, cioè di modellizzazioni matematiche della realtà. Non solo, ma anche di tener conto in maniera consapevole delle possibilità e limiti delle macchine disponibili.

Al cuore infatti del pensiero matematico, come sopra precisato, stanno i processi di matematizzazione e di modellizzazione di situazioni e fenomeni reali. Il processo di matematizzazione si riferisce, infatti, all'attività di organizzazione e analisi di qualsiasi situazione di realtà attraverso strumenti matematici, cioè alla traduzione, riorganizzazione e (ri)costruzione di un problema presente all'interno del contesto reale nel mondo simbolico della matematica, e viceversa⁴. Più precisamente un modello matematico può essere definito come "un sistema di strutture concettuali usate per costruire, interpretare e descrivere matematicamente una situazione. [...] La modellizzazione prevede dunque da parte dell'allievo l'individuazione della struttura matematica all'interno del problema posto"⁵.

Essere in grado di descrivere la realtà mediante strumenti di tipo matematico al fine di individuare con precisione il problema che bisogna affrontare, trovare una soluzione all'interno di tale rappresentazione simbolica per poi tornare alla realtà per fornire una risposta valida e funzionale: tutto ciò passa per l'espressione "competenza matematica" dal punto di vista formativo, soprattutto in ambito tecnico-professionale.

³ WING J., *Computational Thinking. What and Why*, The Link, March 2011, p. 2.

⁴ JUPRI A. - P. DIJVERS, *Student difficulties in mathematizing word problems in algebra*, Eurasia Journal of Mathematics, 2016, 26, 4, pp. 2481-2502.

⁵ FRANCHINI E., LEMMO A., SBARAGLI S., *Il ruolo della comprensione del testo nel processo di matematizzazione e di modellizzazione*, Didattica della matematica, 2017, 2, p. 41.

4. Distinguere le varie discipline per integrare la conoscenza personale

Le proposte di sviluppo nella scuola e nella formazione professionale di conoscenze, abilità e atteggiamenti propri delle differenti discipline evocate dalla STEM hanno provocato negli Stati Uniti un ampio dibattito e lo sviluppo di molti progetti di loro potenziamento, che spesso hanno assunto i caratteri propri di uno scontro di natura politica. Le proposte e i progetti in fase di attuazione vanno da un maggiore spazio e peso assegnati alle differenti discipline evocate dalla sigla STEM, a una loro integrazione in una didattica basata sull'identificazione e soluzione di problemi, orientamento didattico a cui sembra alludere la Raccomandazione quando evoca una "pedagogia induttiva". Inoltre, si tende a distinguere con più attenzione tra formazione di base per una cittadinanza consapevole e una preparazione in vista di studi e carriere specificamente riferibili alle discipline STEM. Ad esempio, si parla di formazione di base (o alfabetizzazione, *STEM literacy*), definendone i contorni in questo modo:

- a) conoscenze, atteggiamenti e competenze che permettano di identificare questioni e problemi della vita quotidiana, spiegare il mondo naturale e progettato e giungere a conclusioni basate su evidenze;
- b) comprendere gli aspetti caratteristici della discipline STEM come forme del sapere umano, della ricerca e progettazione;
- c) consapevolezza di come le discipline STEM danno forma ai nostri ambienti materiali, intellettuali e culturali e voglia di impegnarsi in questioni riferibili alle discipline STEM valorizzando le loro idee come cittadini costruttivi, sensibili e riflessivi⁶.

Occorre aggiungere che l'educazione nell'ambito delle discipline STEM come fondamento di una cittadinanza consapevole e attiva dovrebbe costituire una dimensione fondamentale dell'obbligo istruttivo, ma, soprattutto nell'IeFP, si dovrebbe curare tale studio nella direzione di dare solide basi conoscitive alle competenze professionali proprie di una qualifica o di un diploma professionale.

L'espressione "pensiero scientifico" evoca in molti un percorso cognitivo che parte dall'osservazione sistematica di un fenomeno naturale, ne elabora una descrizione secondo un modello interpretativo, normalmente di natura matematica, in base al quale trae alcune previsioni verificabili (e falsificabili) e, sulla base dei risultati ottenuti, attribuisce a tale descrizione un grado più o meno elevato di probabilità, o di fiducia, della sua correttezza e validità. Il ripetersi nel tempo di

⁶ Cfr. BYBEE R.W., *STEM Education: Now More Than Ever*, Arlington, NSTA Press, 2018, p. 82.

riscontri positivi fa aumentare tale grado di fiducia; mentre riscontri negativi ripetuti lo rendono meno affidabile, se non da rigettare. Rispetto al pensiero matematico il pensiero scientifico ha come suo tribunale della verità o falsità le evidenze o riscontri ottenuti sul piano empirico rispetto alle previsioni derivanti dal modello descrittivo e interpretativo del fenomeno considerato. Nel caso della matematica, invece, normalmente ci si riferisce alla coerenza logica interna, cioè alla verifica della verità o falsità derivante da un corretto ragionamento logico. Un teorema matematico trova la sua validità in dimostrazioni interne al sistema teorico adottato; ad esempio Euclide, a suo tempo, ha dimostrato che la somma degli angoli interni di un triangolo è di 180° , cioè è un angolo piatto, derivando logicamente tale conclusione dai postulati sui quali si basava la sua geometria. Quanto all'informatica e al pensiero computazionale il criterio di riferimento per la sua validità sta nell'effettività del procedimento risolutivo individuato, cioè nella verifica che il programma operativo elaborato e comunicato all'esecutore, macchina o essere umano, porta al risultato che si voleva conseguire.

5. La centralità del pensiero matematico

L'affermazione che la matematica è uno strumento essenziale per lo sviluppo del pensiero scientifico era già chiaro a Galileo Galilei quando affermava nel Saggiatore che l'universo: «non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua e conoscer i caratteri nei quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro labirinto». Occorre, quindi, riconoscere che il primo e fondamentale campo applicativo della matematica è quello scientifico: un campo applicativo che oggi si è esteso oltre all'ambito dei fenomeni naturali, per includere il mondo economico e finanziario, quello psicologico e sociale, quello ingegneristico e tecnologico, con valorizzazioni significative anche in ambito artistico e linguistico. Basti qui evocare per l'arte la cosiddetta "divina proporzione", o rapporto aureo, che ha segnato le opere artistiche dall'architettura, vedi il Partenone ad Atene, la pittura, vedi Leonardo da Vinci e oggi Gino Severini; o l'ambito linguistico i concetti di analogia e metafora. L'analogia, infatti, evoca una proporzione tra quattro elementi. Ecco un esempio classico: "l'infanzia sta alla vita, come l'alba sta al giorno", che nella sua contrazione diventa una metafora: "l'infanzia è l'alba delle vita".

D'altra parte, noi viviamo e interagiamo nel contesto di innumerevoli artefatti umani che caratterizzano non solo l'ambiente fisico delle loro città, bensì anche, se non soprattutto, quello di vita sociale, culturale, personale, quotidiana. Gran

parte di questi artefatti, non solo quelli di natura tecnologica, sono stati nel tempo elaborati a partire da quadri concettuali e operativi propri della matematica. Comprenderne la natura, la struttura concettuale che li caratterizza, le modalità di loro fruizione, al fine di goderne la funzionalità, implica consapevolezza che derivano da un processo di formazione valido e adeguato da questo punto di vista. Tale patrimonio culturale, inoltre, costituisce una miniera di risorse didattiche per introdurre, sviluppare e rendere valorizzabili concetti e procedimenti fondamentali, al fine di promuovere un tipo di conoscenza che, se vissuto solo nelle sue forme più astratte e formali, rimane estraneo e poco funzionale a comprendere le sfide odierne e impostare su questa base le proprie azioni.

L'educazione matematica, scientifico e ingegneristica del cittadino implica dunque che egli sappia muoversi tra la realtà che vive, i modelli matematici che aiutano a comprendere e interagire con essa, fino a comprendere l'importanza di giungere a definizioni astratte, sapendosi però muovere anche in senso opposto. Basti qui un semplice esempio: un pallone da gioco può essere rappresentato più astrattamente da una sfera fisica, questa a sua volta può essere definita astrattamente come luogo dei punti che hanno distanza uguale o minore da un punto prefissato, detto centro della sfera; inoltre lo spazio occupato dalla sfera (il volume) può essere calcolato mediante una formula precisa. Sapersi muovere all'interno di questi diversi livelli di astrazione è oggi un'esigenza educativa essenziale non solo per la matematica, ma per tutte le discipline dette STEM. Riprendendo l'esempio precedente, alla matematica compete evidenziare le varie proprietà del modello di sfera astratto, alla scienza, all'ingegneria, come alla stessa informatica, la valorizzazione del modello per descrivere, studiare e risolvere questioni connesse con i propri obiettivi di lavoro. Basti qui evocare lo studio dei corpi celesti, spesso detti appunto «sfere celesti», come la stessa terra in cui viviamo, o le varie applicazioni tecniche che implicano l'utilizzazione di sfere metalliche o di strutture sferiche.

5. L'importanza della competenza digitale nella Formazione Professionale

Per la competenza digitale emergono due aspetti fondamentali che la caratterizzano: uno generale che riguarda l'interesse e la consapevolezza delle problematiche, anche di natura etica, che concernono l'uso delle tecnologie digitali; l'altro tiene conto della capacità di valorizzarle validamente nella propria attività lavorativa, nello studio, nel tempo libero e nella comunicazione sociale. Meno evidente, anche se più presente oggi che nel passato, è una terza dimensione: quella dello sviluppo della capacità di pensare in maniera computazionale. Occor-

re dire subito che questi ultimi quaranta anni di presenza dell'informatica hanno visto da questo punto di vista accentuazioni diverse. Inizialmente per poter utilizzare i primi dispositivi informatici disponibili occorreva una buona iniziazione al pensiero informatico cioè imparare a costruire e rappresentare un algoritmo risolutivo, tradurlo in un linguaggio artificiale comprensibile dalla macchina disponibile, verificarne il suo funzionamento e memorizzarlo. Lo sviluppo di programmi applicativi facilmente utilizzabili come trattamento testi, giochi elettronici, o comunicazione sociale, ha fatto sì che l'attenzione si spostasse sull'uso di tecnologie facilmente accessibili, lasciando agli specialisti le questioni connesse con la programmazione informatica. Tuttavia, dalla metà degli anni duemila si è diffusa la consapevolezza che, almeno a livelli elementari, era importante promuovere più diffusamente le forme di pensiero che sottendono la costruzione di programmi o software. A tale problematica ho dedicato due contributi su questa rivista⁷.

Sembra ormai chiaro che il mondo del lavoro sarà sempre più segnato da una parte dall'automazione, dalla digitalizzazione, dalla cosiddetta intelligenza artificiale; dall'altra, da una polarizzazione della tipologia di occupazioni, verso l'alto come specializzazione elevata (tecnici, manager, formatori) e verso il basso come bassa qualificazione (badanti, addetti alle pulizie, guardie di sicurezza), mentre tendono a diminuire attività che richiedono moderata competenza, perché più facilmente automatizzabili. Sia la media che la alta specializzazione dovranno fare i conti con l'utilizzo di tecnologie sempre più sofisticate. Di conseguenza lo sviluppo di un'adeguata competenza digitale deve segnare la pratica formativa a tutti i livelli. La Raccomandazione europea da questo punto di vista riprende una serie di studi condotti a partire da quella del 2006. Ne ho dato un quadro riassuntivo sulla *Rassegna CNOS* nel 2014⁸. In quella occasione mi era sembrato utile ricordare ai fini educativi una sintesi orientativa elaborata da Antonio Calvani⁹, che ritengo mantenga ancora la sua validità.

Calvani, nonostante la consapevolezza della "rapidità di cambiamento che caratterizza il mondo della tecnologia", ha ritenuto valido elaborare un modello di competenza digitale per tener conto di "un ragionevole equilibrio tra componenti diverse". Tale modello si appoggia su tre dimensioni: tecnologica, cognitiva, eti-

⁷ PELLERREY M., *Educare al pensiero computazionale; un'esigenza per i processi di Formazione Professionale oggi. Prima parte*, Rassegna CNOS, 2018, 34, 2, pp. 37-51; Idem, *Educare al pensiero computazionale: alcuni approfondimenti e relativi apporti formativi. Seconda parte*, Rassegna CNOS, 2018, 34, 3, pp. 45-58.

⁸ PELLERREY M., *La competenza digitale: una competenza chiave per l'apprendimento permanente. Dieci anni di riflessioni critiche e propositive a livello europeo e italiano*, Rassegna CNOS, 2014, 30, 1, pp. 41-56.

⁹ CALVANI A., *Competenze digitali nella scuola. Modelli e strumenti per valutarla*. Trento. Erickson, 2010.

ca, dimensioni che possono integrarsi tra di loro soprattutto nelle situazioni più complesse e impegnative. La *dimensione tecnologica* include un insieme di abilità e nozioni di base, in particolare quelle che consentono di valutare, conservare, produrre, presentare e scambiare informazioni, integrate con la capacità di scegliere tecnologie opportune per affrontare problemi reali. Occorre comunque tener presente come «in questo quadro in costante divenire si fanno sempre più importanti atteggiamenti, modi di porsi, più che specifiche padronanze di nozioni e abilità»¹⁰. La *dimensione cognitiva* riguarda la capacità di leggere, selezionare, interpretare e valutare dati, costruire modelli astratti e valutare informazioni considerando la loro pertinenza e affidabilità. Vengono segnalati tre indicatori principali: capacità di reperimento e selezione dell'informazione; valutazione critica; organizzazione, sistematizzazione. La *dimensione etica* evoca la responsabilità sociale nel sapersi porre nei rapporti con gli altri, rispettandone i diritti e comportandosi in maniera positiva nel cyberspazio anche tenendo conto della tutela personale.

■ Conclusione

Nello sviluppo della propria identità professionale la base non solo conoscitiva, ma soprattutto applicativa della STEM, è profondamente necessaria a livello di cittadinanza, come di professionalità vera e propria, perché queste discipline, se adeguatamente insegnate, promuovono capacità di rappresentare astrattamente mediante modelli in gran parte di natura matematica, sia problematiche di vita quotidiana, sia di natura scientifica e tecnologica, sia informatiche e ingegneristiche. In particolare l'impatto dell'automazione, della digitalizzazione, della cosiddetta intelligenza artificiale sulle competenze nel lavoro, esigono capacità di affrontare le differenti questioni operative mediante la mediazione di macchine sempre più sofisticate, che si muovono secondo procedure astratte e formali.

¹⁰ *Ibidem*, p. 50.