

Le STEAM nell'istruzione degli adulti: tra sperimentazione e divulgazione

Philipp Botes*, Francesca Nerattini**, Elia Ambrosio***¹

* *Dottore di ricerca - Università degli Studi Roma Tre*

** *Dottore di ricerca - Università degli Studi di Firenze*

*** *Dottore di ricerca - Ministero dell'istruzione e del merito*

Abstract: The paper deepens the role of STEAM disciplines in learning-teaching processes, through epistemological-didactical reflections, with specific reference to the role of divulgation in school contexts.

Two significant experiences, implemented by the Provincial Centers for Adult Education, are presented, relating to STEAM education with students with migrant background and those of the school in prison.

Keywords: STEAM; divulgation; adult education; prison school.

Riassunto: Il contributo approfondisce il ruolo delle discipline STEAM nei processi di apprendimento-insegnamento, attraverso riflessioni epistemologico-didattiche, con specifico riferimento al ruolo della divulgazione nei contesti scolastici.

Vengono presentate due significative esperienze attuate dai Centri Provinciali per l'Istruzione degli Adulti, relativamente all'educazione STEAM con gli studenti con *background* migratorio e quelli della scuola in carcere.

Parole chiave: STEAM; divulgazione; istruzione degli adulti; scuola in carcere.

1. Introduzione

Come emerge dal rapporto Istat (2023), nonostante si registri una diminuzione del tasso di abbandono scolastico, attualmente all'11,5% con picchi nelle regioni del sud e sulle isole, ma ancora superiore alla media europea, un diplomato su dieci possiede competenze in italiano e matematica inferiori rispetto a quelle degli studenti del secondo anno di scuola secondaria di secondo grado, con evidenti ripercussioni nel prosieguo del proprio progetto di vita, sia che si tratti di una transizione verso l'istruzione terziaria, sia dell'inserimento nel mondo del lavoro. Parimenti, come evidenziato dall'indagine PISA (2018), le competenze scientifiche dei quindicenni italiani risultano inadeguate e inferiori alla media europea. Le *performance* delle ragazze, così come le differenze di apprendimento, appaiono generalmente migliori rispetto a quelle dei maschi. Crescono altresì le donne italiane nei corsi di laurea delle discipline scientifiche, con percentuali superiori alla media UE.

¹ L'articolo è espressione di una sinergica condivisione da parte degli autori. Philipp Botes ha curato la stesura dei paragrafi 1 e 4; Francesca Nerattini dei paragrafi 3 e 3.1; Elia Ambrosio dei paragrafi 2 e 3.2.

Alla luce di tale scenario appare evidente ritenere determinante la variabile istruzione per favorire l'occupazione femminile e ridurre il *gender gap* (Yang, Barth, 2015), oggetto, peraltro, delle *policy* e delle raccomandazioni comunitarie.

Negli ultimi decenni è progressivamente aumentato l'interesse – accademico, professionale, sociale – verso le discipline STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), acronimo sviluppato agli inizi del secolo durante una conferenza del *National Science Foundation* (NSF, 2007), in cui veniva affrontato l'impovertimento delle competenze tecnico-scientifiche del sistema educativo americano e le conseguenti ricadute sull'economia del paese impegnata in sfide epocali, quali la transizione energetica ed ecologica.

Nel corso degli anni l'acronimo STEM, diffusosi capillarmente in tutto il mondo, con una rilevanza precipua nei contesti di istruzione e formazione, è andato ad ampliare la propria sfera di significato, inserendosi nel dibattito sulle disparità sociali e di genere, ha assunto le vesti di approccio alla didattica, in grado di riverberarsi nella vita dei cittadini di domani, dunque, a elevata connotazione orientativa. L'evoluzione delle STEM in STEAM (la "A" sta per *Art*) e STREAM (la "R" identifica la *Reading*), dunque verso le discipline artistiche e umanistiche (Badmus, Omosewo, 2020), mette bene in evidenza l'aspetto interdisciplinare del fare educazione, ampliandone il campo di applicazione.

L'educazione STEAM, infatti, configurandosi come un approccio che unisce teoria e pratica, mette al centro il discente, lavora attraverso scenari reali e concreti, all'interno di cornici di riferimento inclusive (Ianes, Cramerotti, Fogarolo, 2021), promuove l'acquisizione della consapevolezza e della creatività in ambiti lavorativi diversi, il miglioramento delle abilità di leggere, interpretare e raccogliere dati e informazioni, sviluppare il pensiero critico, il *problem solving*, collegando i differenti campi del sapere secondo una prospettiva interdisciplinare (Niewint, Gras, 2020), come peraltro raccomandato dalle *Indicazioni nazionali per il curricolo* del 2012 e dalle più recenti *Linee guida per le discipline STEM* del 2023.

2. Le discipline STEAM nell'istruzione agli adulti

La comunità scientifica internazionale appare concorde nell'affermare la centralità delle STEAM, quali nuclei fondamentali sia per la formazione che per l'esercizio di una

cittadinanza consapevole all'interno di una società in continuo cambiamento. Ciò che sta emergendo in ambito formativo è la necessità di promuovere competenze trasversali in grado di connettere le competenze scientifico-tecnologiche a quelle umanistico-relazionali (Sanders, 2009; Bozkurt et al., 2019).

Nello specifico segmento dell'istruzione agli adulti, analogamente agli altri gradi scolastici, solo recentemente la didattica delle discipline STEAM sta assumendo un ruolo sempre maggiore mediante la realizzazione di percorsi laboratoriali e interdisciplinari. L'educazione all'uso delle STEAM viene realizzata proponendo agli studenti adulti attività pratiche, compiti di realtà, prove autentiche, con l'intento di stimolare e coinvolgere il discente quanto più possibile, nonché di consolidare l'utilità delle stesse all'interno della vita quotidiana di ciascun individuo (Tasiopoulou et al., 2022).

L'adulto in formazione predilige un apprendimento vicino alla quotidianità, alla pratica, al *problem solving*, in virtù del proprio bagaglio esperienziale, formativo, professionale e delle loro relative interconnessioni. Ne consegue come il docente debba calibrare le strategie didattiche sugli studenti, a partire dalla loro storia, dai bisogni e dalle aspettative personali, facendo leva sulla componente motivazionale. L'apprendimento in età adulta, infatti, rappresenta un processo complesso, centrato sulle aspirazioni e sugli interessi del discente, che porta con sé un bagaglio di esperienze e, dunque, necessita di percorsi individualizzati e unici (Botes et al., 2021).

Favorire l'uso delle nuove tecnologie, acquisire padronanza dei mezzi e degli strumenti digitali da parte di alunni con livelli di apprendimento eterogenei, svantaggio socio-economico, situazione di deprivazione della libertà come nel caso degli studenti in carcere, rappresentano non soltanto dei punti di partenza ma anche delle opportunità per lo sviluppo di una scuola realmente accessibile e la progettazione di un'offerta formativa di qualità (Emili, 2023). Appare dunque centrale il costrutto di *lifelong learning*, che non si traduce soltanto nella possibilità dell'adulto di formarsi per tutto l'arco della vita, quanto piuttosto di metterlo nella condizione di acquisire ed esercitare conoscenze, abilità, competenze chiave (*life skills*) e di cittadinanza globale.

Appare necessario, pertanto, che tutti i docenti, partendo dalla scuola dell'infanzia per arrivare all'istruzione degli adulti, potenzino le proprie competenze didattiche relative alla dimensione in costante evoluzione delle STEAM, in coerenza con le azioni del *Piano Nazionale per la Scuola Digitale*, rafforzando la capacità di utilizzo degli

strumenti tecnologici anche di tipo avanzato, che andranno a incidere sull'efficacia dei processi di apprendimento nei differenti settori, quali, ad esempio, la programmazione e il pensiero computazionale, la robotica educativa, l'intelligenza artificiale, la modellizzazione e la stampa 3D, la realtà aumentata per l'osservazione e l'esplorazione scientifica, la creatività e l'arte digitale (Lecce, 2023).

3. Progetti educativo-didattici STEAM

La progettazione di interventi didattici STEAM, alla luce di quanto espresso sinora, va declinata secondo un approccio interdisciplinare e collaborativo sia a livello dei docenti (lavoro in *team*) sia tra ambiti disciplinari, soprattutto quando ci si rivolge ai gradi scolastici più alti, meno inclini alla cooperazione e alla programmazione di azioni comuni (Aquario, Ghedini, Pocaterra, 2017).

In tale prospettiva vengono descritte due esperienze didattiche STEAM, svolte nel contesto dei percorsi di primo livello² del *Centro Provinciale di Istruzione degli Adulti* di Prato: la prima (3.1 *Solar-fair*) realizzata con novanta studenti iscritti presso la sede centrale; la seconda (3.2 *L'acqua: l'oro blu del pianeta*) con quarantadue studenti reclusi presso la Casa circondariale "La Dogaia".

L'ipotesi che ha mosso le azioni didattiche è stata di avvicinare gli studenti alle discipline scientifiche, aumentando la motivazione e il coinvolgimento attivo attraverso tematiche afferenti alla vita quotidiana, migliorando al contempo le competenze linguistiche per quanto concerne sia lingua italiana che il linguaggio settoriale.

Secondo una prospettiva di ricerca-azione, le docenti hanno condotto le esperienze teorico-pratiche, servendosi di differenti strumenti di rilevazione di natura qualitativa, quali il diario di bordo per l'annotazione delle osservazioni sistematiche, le checklist per la valutazione e l'autovalutazione, la documentazione fotografica delle attività.

3.1 *Solar-fair*

La finalità dell'esperienza didattica *Solar-fair* è di sviluppare competenze di *problem solving*, creatività e pensiero critico, oltre all'apprendimento degli obiettivi di

² I percorsi di primo livello, secondo l'impianto ordinamentale di cui al D.P.R. 263/2012, sono finalizzati al conseguimento del titolo di studio conclusivo del primo ciclo di istruzione (scuola secondaria di primo grado) e della certificazione attestante l'acquisizione delle competenze di base, connesse all'obbligo di istruzione (primo biennio della scuola secondaria di secondo grado).

conoscenza afferenti alla programmazione annuale di scienze, con specifico riferimento alla struttura del sistema solare e alle caratteristiche di stelle e pianeti. Sono stati coinvolti novanta studenti, per la maggior parte con *background migratorio*, di età compresa tra i 16 e i 60 anni, iscritti al *CPIA 1 Prato*.

L'attività proposta ha fondato le proprie basi metodologiche, sulla scorta delle raccomandazioni del *Piano Nazionale Scuola Digitale 2021*, nell'approccio trialogico (Paavola, Hakkarainen, 2005), incentrato sulla combinazione di tre dimensioni: il focus monologico sul singolo studente, l'aspetto dialogico rivolto alla comunità di apprendimento e l'utilizzo autentico degli oggetti, intesi come prodotti della pratica didattica, che costituiscono un ponte tra il gruppo classe e la comunità esterna. Seguendo i sei *design principles* dell'approccio trialogico (Paavola, Hakkarainen, 2014), l'attività ha previsto l'uso di strategie tipiche dell'apprendimento cooperativo, ha impiegato la tecnologia come dispositivo didattico, declinando la dimensione educativa dell'intervento secondo un'ottica di partecipazione sociale estesa alla comunità locale – sia scolastica, coinvolgendo gli altri percorsi formativi, che extra-scolastica –, quale destinatario e fruitore finale dei lavori prodotti. L'esperienza si è composta di tre fasi culminate in una fiera scientifica dedicata al sistema solare, denominata *Solar Fair*, patrocinata dell'Assessorato alla cultura e all'immigrazione del Comune di Prato, aperta alle scuole presenti sul territorio e a tutta la cittadinanza.

Durante la prima fase gli studenti hanno appreso la terminologia e le conoscenze di base sul sistema solare, quale esempio applicativo per la comprensione e l'utilizzo di concetti matematico-geometrici, come le rappresentazioni in scala, attraverso compiti di realtà. Le principali tecniche utilizzate nella didattica sono state la lezione frontale, il *brain storming* e l'*inquiry based learning*. Il materiale di studio, sia autoprodotta che pre-esistente, è stato condiviso con i soggetti in formazione su di un sito web appositamente creato dalla docente, per facilitare e supportare le differenti tappe del percorso, anche mediante l'uso di *google docs* e *slides* condivisi.

La seconda fase ha previsto attività di co-progettazione, mediante il lavoro cooperativo nel piccolo gruppo, della fiera della scienza, realizzando lezioni *hands-on* per la costruzione del materiale da esporre (modellini in scala del sistema solare e materiale informativo), ricerca delle informazioni (fonti), creazione, comprensione e utilizzo degli strumenti per il *game-based learning* (Nesti, 2017) sia da tavolo che *online*. Fondamentale, inoltre, si è rivelata la collaborazione con la docente di tecnologia che ha

avviato un percorso di alfabetizzazione digitale per l'impiego di *software* grafici, di gioco e scrittura.

La terza fase ha previsto la restituzione degli elaborati e il *Solar-Fair*, una fiera della scienza, organizzata all'interno dell'istituto scolastico, aperta alla cittadinanza e un'uscita nel centro della città (la *Passeggiata Solare*) in cui è stato allestito un itinerario che ripercorre le distanze tra i pianeti del sistema solare in scala congiuntamente alle loro principali caratteristiche, illustrate ai partecipanti da un gruppo di studenti.

I discenti, dunque, hanno assunto il ruolo di divulgatori per un giorno, hanno coinvolto i partecipanti illustrando ed esponendo i lavori, tra cui i modellini di sistema solare, i prodotti artistici corredati da un breve testo in più lingue (*Fig. 1*); il *memory* e il gioco dell'oca tematico, presentati sia in formato digitale che da tavolo e tradotti dagli studenti nella propria lingua madre (*Fig. 2*); il materiale informativo (cartellonistica) da utilizzare durante la *Passeggiata solare* (*Fig. 3*).



Figura 1. Modellini di sistema solare con materiale informativo multilingua.

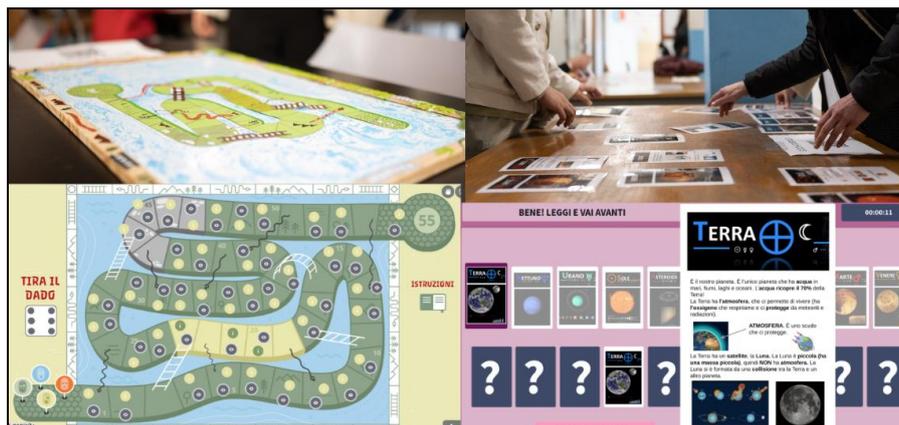


Figura 2. Giochi da tavolo e giochi online.



Figura 3. Passeggiata solare.

La valutazione formativa dell'intero processo si è basata sullo svolgimento di compiti di realtà, sulla gestione della giornata di fiera della scienza e sugli oggetti presentati (secondo la definizione triologica), prendendo in esame molteplici aspetti, quali le competenze di *problem solving*, organizzative e gestionali, la comunicazione in italiano e nella lingua madre, l'attitudine al lavoro di gruppo, l'impegno e la partecipazione.

3.2 L'acqua: l'oro blu del pianeta

L'attività, composta da cinque fasi, si è prefissa di promuovere la comprensione circa l'importanza dell'acqua, lo sviluppo di competenze chiave e degli obiettivi specifici dell'Agenda 2030, con gli studenti di due classi di una sezione della scuola attiva all'interno della Casa circondariale di Prato, di età compresa tra i 24 e i 78 anni, in prevalenza non italo-foni. La realtà della scuola in carcere, infatti, necessita più di ogni altra di ampliare l'offerta formativa, arricchendo di senso e pragmaticità i contenuti proposti (Lizzola, 2016), nonché di aumentare l'attrattiva delle azioni formative alle persone reclusi, sovente non motivate all'iscrizione ai percorsi scolastici.

Nella prima fase sono stati affrontati i contenuti riguardanti l'acqua e le sue proprietà, i passaggi di stato, il ciclo dell'acqua e la distribuzione delle acque dolci e salate sul nostro pianeta, attraverso la tecnica del *brainstorming*, l'utilizzo di video *open source* e materiale cartaceo. La progettazione didattica ha previsto una segmentazione delle lezioni frontali con lo svolgimento di compiti autentici e di realtà, mediante l'utilizzo di canali differenti (visivo, uditivo, grafico ecc.), al fine di mantenere nella classe un elevato livello di attenzione (Miller et. al, 2008), creare un ambiente inclusivo relativamente ai bisogni educativi, ai tempi e ai ritmi di apprendimento di ciascun discente.

Durante la seconda fase è stata svolta un'attività laboratoriale, che ha previsto l'impiego di materiali di uso quotidiano con cui i soggetti in formazione hanno riprodotto miscugli omogenei ed eterogenei, per verificare le proprietà chimico-fisiche dell'acqua. Al termine del laboratorio, mutuando la metodologia cooperativa in piccolo gruppo, sono state redatte relazioni scientifiche sull'attività svolta.

Nella terza fase, a carattere riflessivo, è stata affrontata la tematica della crisi idrica, promuovendo la consapevolezza del risparmio, mediante l'ausilio dei libri di testo (digitali e non) e del materiale multimediale (risorse video *open source*), rivelatisi particolarmente efficaci. Gli alunni hanno effettuato attività di calcolo dell'impronta idrica utilizzando esempi di vita quotidiana, attraverso la raccolta di informazioni contenute nelle riviste scientifiche che hanno reso possibile la riflessione tramite il confronto dei dati e la revisione dei consumi.

Successivamente, la quarta fase ha previsto la lettura di una selezione di articoli specifici per l'approfondimento dei temi ambientali relativamente alle problematiche e alle cause dell'inquinamento dell'acqua (ad esempio le isole di plastica nei mari e negli oceani), la depurazione delle acque reflue e gli obiettivi dell'*Agenda 2030*. Mediante la tecnica del *debate* è stata effettuata una riflessione finale sulla complessità di analisi della realtà e sulla scelta di comportamenti ecologicamente sostenibili, nell'ottica di un allargamento della trattazione all'educazione civica.

La fase finale ha visto la realizzazione di un laboratorio creativo per la progettazione di un'etichetta di una bottiglia d'acqua, sia dal punto di vista scientifico, sia grafico (*Figure 4 e 5*) grazie alla collaborazione della docente di tecnologia.



Figura 4. Schema 1 per la progettazione di un'etichetta creativa di una bottiglia d'acqua.



Figura 5. Schema 2 per la progettazione di un'etichetta creativa di una bottiglia d'acqua.

L'attività propedeutica al laboratorio, di fondamentale importanza, è stata l'analisi delle etichette delle acque in commercio, nonché lo studio delle differenze chimiche tra le acque in rubinetto e in bottiglia.

Durante lo svolgimento delle singole fasi, gli alunni hanno svolto diverse prove strutturate e compiti di realtà, per la verifica delle competenze apprese. Si è proceduto a effettuare una valutazione formativa finale delle competenze incentrata sulle capacità comunicative, collaborative, partecipative e di *problem solving*.

4. Conclusioni

Le complesse sfide che la società odierna e, ancor più, quella del futuro richiedono, sono di essere flessibili, in continuo apprendimento, veloci, creativi, performativi, umani, tecnici e comunicatori. L'importanza delle discipline STEAM all'interno dei percorsi di istruzione e formazione di ogni ordine e grado, dunque, appare sempre maggiormente evidente, al fine di aumentare l'attrattiva delle professioni tecnico-scientifiche, promuovere nel futuro cittadino lo sviluppo di competenze di cittadinanza attiva e spirito critico che consentano di comprendere la realtà e orientarsi negli scenari dell'informazione pubblica potenzialmente disorientante, tra notizie reali e *fake news*.

Il dibattito e la ricerca portati avanti dalla comunità scientifica, in tal senso, hanno concorso a una nuova e più precisa definizione di educazione STEAM, nella prospettiva di coniugare teoria e pratica nei processi di apprendimento-insegnamento, secondo una visione inter e transdisciplinare, applicata a scenari reali, che non può prescindere dal paradigma inclusivo nella progettazione delle azioni, a servizio della copiosa varietà di bisogni che caratterizzano gli studenti (Morganti, Bocci, 2017). Se si pensa, infatti, all'istruzione degli adulti, in cui buona parte della popolazione scolastica è contraddistinta da differenze socio-culturali, età e provenienze eterogenee, *background* formativi e professionali variegati, risulta fondamentale la scelta dei contenuti, delle metodologie, degli strumenti e delle strategie docimologiche per l'efficacia del percorso e il successo formativo (Botes et al., 2021).

La rendicontazione delle attività presentate in questo contributo hanno voluto concorrere alla riflessione e all'arricchimento delle buone prassi, con un focus specifico sulla didattica interdisciplinare e laboratoriale, sul *game based learning*, attuate in un segmento di istruzione ancora oggi misconosciuto da parte della comunità educante (Borri, Calzone, 2019), quale l'istruzione degli adulti e la scuola in carcere, bisogno di specifiche attenzioni e professionisti riflessivi adeguatamente formati (Dettori, Botes, 2023).

Un rilevante aspetto emerso dalla ricerca riguarda la differenziazione delle azioni didattiche proposte, in grado di aderire alle capacità e alle potenzialità di ciascuno studente, pur mantenendo uno sguardo d'insieme sull'intero processo, attraverso il dialogo tra i gruppi e lo scambio di idee riguardo ai prodotti finali, enfatizzando quindi la dimensione dell'interdipendenza positiva tipica del *cooperative learning*. Nel progetto *Solar Fair*, ad esempio, gli alunni con un livello medio-alto di autonomia

nell'apprendimento e nell'elaborazione di contenuti astratti, oltre che con una buona padronanza della lingua italiana, sono stati coinvolti nella *Passeggiata Solare* in qualità di conduttori dell'esperienza e divulgatori. I discenti con una minore competenza linguistica, ma con un livello di alfabetizzazione digitale più avanzato, invece, sono stati inseriti nei gruppi responsabili delle attività *game based*.

La metodologia orientata alla promozione della motivazione e del coinvolgimento attivo degli studenti ha rappresentato un ulteriore aspetto significativo. Lavorare in gruppo, utilizzare materiali e affrontare contenuti relativi alla quotidianità, presentare i lavori al pubblico si configurano come elementi strettamente correlati al senso di autoefficacia; i soggetti in formazione si responsabilizzano e incrementano la fiducia nelle proprie capacità di raggiungere i risultati prefissati. Nel progetto *L'acqua: l'oro blu del pianeta* la motivazione è stata stimolata grazie al materiale reale presentato e alla scelta di tematiche di ampio interesse, di facile collocazione in contesti di realtà e vita personale. Ampio spazio è stato concesso al confronto in classe, incoraggiando gli studenti alla riflessione, alla rielaborazione di concetti, contenuti e alla metariflessione, andando a migliorare altresì le capacità comunicative nella lingua italiana e nel lessico specifico settoriale. Le azioni si sono collocate entro una cornice di confronto e collaborazione costante tanto tra studenti e docenti, quanto tra i discenti, in una dimensione di *peer-tutoring* e monitoraggio dei progressi. Secondo la prospettiva del *triological learning and assessment approach* (Sansone, Grion, 2022), infatti, tali momenti rappresentano un elemento fondamentale per il soggetto in formazione che sta sviluppando la capacità di auto-valutare il proprio lavoro.

I risultati del lavoro di ricerca emersi, nonostante l'esiguità del campione (centotrentadue studenti) e l'arco temporale dello svolgimento delle azioni, hanno dunque confermato l'ipotesi iniziale; la progettazione didattica basata sull'utilizzo di tematiche strettamente connesse alla quotidianità ha incentivato l'interesse dei discenti, anche grazie al coinvolgimento attivo nel processo di apprendimento e di scoperta del sapere.

In conclusione, coerentemente con le iniziative di cui al *Piano Nazionale per la Scuola Digitale* e dell'*Agenda 2030*, i modelli di insegnamento delle discipline STEAM necessitano sempre più dello sviluppo formativo e dello scambio di pratiche tra docenti, entro cui la divulgazione può configurarsi come un fattore chiave per il successo dell'implementazione di *curricula* efficaci, nonché della progettazione dei percorsi di

orientamento, divenuti obbligatori a partire dalla scuola secondaria di primo grado, in seguito all'entrata in vigore del decreto ministeriale 328/2022.

Bibliografia

Aquario D., Ghedini E., Pocaterra M. B. (2017). *La sfida della collaborazione per una scuola di qualità: una ricerca con docenti di scuola secondaria*, Form@re, 17(3), 162-173.

Badmus O. T., Omosewo E. O. (2020). *Evolution of STEM, STEAM and STREAM Education in Africa: The Implication of the Knowledge Gap*, International Journal on Research in STEM Education, 2(2), 99-106.

Borri M., Calzone S. (2019). *L'istruzione degli adulti in Italia. I CPIA attraverso la voce dei loro attori*. Pisa: ETS.

Botes P., De Angelis B., Pedrana M., Pucci I. (2021). *Insegnare nei CPIA tra teoria e prassi*. Roma: Anicia.

Bozkurt A., Ucar H., Durak G., Idin S. (2019). *The current state of the art in STEM research. A systematic review study*. Cypriot Journal of Educational Science, 14(3), 374-383.

Dettori G. F., Botes P. (2023). *Diventare insegnanti. Percorsi di Formazione e Riflessione*. Nuova Secondaria, 2, 56-59.

Emili E. A. (2023). *Costruire ambienti inclusivi con le tecnologie. Indicazioni teoriche e spunti pratici per una scuola accessibile*. Trento: Erickson.

Ianes D., Cramerotti S., Fogarolo F. (a cura di) (2021). *Il nuovo PEI in prospettiva bio-psico-sociale ed ecologica*. Trento: Erickson.

Istat (2023). *RAPPORTO ANNUALE 2023. La situazione del Paese*.

Lecce A. (2023). *Innovazione didattica e promozione delle competenze STEAM in chiave semplice. Approcci e metodi didattici per navigare la complessità*. Roma: Studium.

Lizzola I. (2016). *Fare scuola, rendere giustizia. La scuola in carcere: ritrovare persone, ritessere legami*. CQIIA Rivista, 17, 131-176.

Ministero Istruzione e Merito (2023). *Linee guida per le discipline STEM*, <https://www.miur.gov.it/documents/20182/0/Linee+guida+STEM.pdf/2aa0b11f-7609-66ac-3fd8-2c6a03c80f77?version=1.0&t=1698173043586>

Miller S., Pfund C., Maidl Pribbenow C., Handelsman J. (2008). *Scientific Teaching in Practice*. Science, 322(5906), 1329-1330.

Morganti A., Bocci F. (2017). *Didattica inclusiva nella scuola primaria. Educazione socio-emotiva e Apprendimento cooperativo per costruire competenze inclusive attraverso i "compiti di realtà"*. Firenze: Giunti Edu.

National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, and Institute of Medicine (2007). *Rising Above the Gathering Storm: Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future*. Washington, DC: The National Academies Press.

Nesti R. (2017). *Game-based learning. Gioco e progettazione ludica in educazione*. Pisa: ETS.

Niewint J., Gras A. (2020). *Perché le STEM sono un elemento importante nell'insegnamento del futuro*. IUL Research, 1(2), 1-5.

Paavola S., Hakkarainen K. (2005). *The knowledge creation metaphor. An emergent epistemological approach to learning*. Science & education, 14, 535-557.

Paavola S., Hakkarainen K. (2014). *Trialogical approach for knowledge creation*. In S. Tan, H. So, & J. Yeo (Eds.). *Knowledge creation in education – Education innovation series* (pp. 53-73). Springer.

Sanders M. (2009). *STEM, STEM Education, STEMmania*. The Technology Teacher, 68(4), 20–26.

Sansone N., Grion V. (2022). *The "Triological Learning & Assessment Approach": Design principles for higher education*. Qwerty-Open and Interdisciplinary Journal of Technology, Culture and Education, 17(2), 10-28.

Tasiopoulou et al. (2022). *Il quadro di riferimento STE(A)M IT: documento di sintesi*. Bruxelles: European Schoolnet.

Yang Y., Barth J. M. (2015). *Gender differences in STEM undergraduates' vocational interests: People-thing orientation and goal affordances*. Journal of Vocational Behavior, 91, 65-75.