

Framework europeo delle STEM integrate





Il progetto STE(A)M IT (1) ha creato e testato un framework di riferimento per l'istruzione STEM integrata; (2) ha elaborato un programma di sviluppo delle capacità degli insegnanti della scuola primaria e degli insegnanti STEM della scuola secondaria basato sul framework, prestando attenzione alla contestualizzazione

dell'insegnamento STEM, in particolare attraverso la cooperazione tra industria e istruzione, e (3) ha ulteriormente garantito la contestualizzazione dell'insegnamento STEM integrato istituendo una rete di consulenti di orientamento e di carriera nelle scuole che stimolano l'interesse per le professioni legate alle STEM nelle loro classi (<http://steemit.eun.org>).

Editore: European Schoolnet (EUN Partnership AISBL), Rue de Trèves, 61, 1040 Bruxelles, Belgio.

Si prega di citare questa pubblicazione come: Tasiopoulou et al. (2022). European Integrated STEM Teaching Framework. October 2022, European Schoolnet, Brussels

Parole chiave: Scienza, tecnologia, ingegneria e matematica (STEM); educazione STEM integrata; educazione STE(A)M; istruzione primaria; istruzione secondaria; carriera.

Autori: Evita Tasiopoulou, Jessica Niewint Gori, Eddy Grand-Meyer, Eleni Myrtsioti, Nikoletta Xenofontos, Anastasios Chovardas, Letizia Cinganotto, Patricia Garista, Andrea Benassi, Ciro Minichini, Maria Guida, Ivana Jakić, Lidija Kralj, Darija Dasović, Katarina Grgec, Magdalena Apa, Anamarija Ljubek, Nikola Krikovic, Silvia Castro, Catarina Ramos, Eugenia Cândido, Amanda Francone, Amelia Chaves, Ana Louro, Andreia Santos, Anna Brink, Augusto Jorge Carvalho Fernandes, Barbara Mandusic, Carmelita Cipollone, Cristina Cesio, Edyta Węgrzyn, Ewelina Słowińska, Floria Valanidou, Georgios Parisinos, Isabel Maria Barbosa Oliveira, Isabela Elena Ciurea, Ivana Gugić, Jelena Solak Vodopija, Junior Ndiaye, Karolina Kasperska, Mara Stojanac, Marzia Lunardi, Massimiliano Dirodi, Milana Gujinovic, Nikolas Nikolaou, Nikolina Bubica, Paraskevi Sophocleous, Preeti Gahlawat, Raluca Olteanu, Simona Ungureanu, Sonia Maria Gomes Cerqueira, Spyros Onisilou, Tiziana Pezzella, Zoe Kofina Michael & Agueda Gras-Velazquez.

Design/DTP: Rocio Benito

Collaboratori: Achilles Kameas, Adriana Ressorio Campodonio, Albert Forn, Andrius Busilas, Anikó Pázmándi, Annette Condon, Ariana-Stanca Vacaretu, Bogdan Cristescu, Cecilie La Monica Grus, Christodoulos Santziakki, Cristina Cesio, Cristina Rotaru, Efi Dariou, Elena Vender, Elisa Ripamonti, Enrico Balli, Ewelina Słowińska, Filimon Diamantidis, Frauke Kesting, Gabriela Streinu-Cercel, Georgia Kouti, Giedrius Vaidelis, Giovanni Nulli, Ildikó Csordás, Ilia Mestvirishvili, Imbi Henno, Itziar Garcia Blazquez, James Serra, Jeanette Axisa, John Justyna, Julien No Mura, Kamil Melih Akay, Laura La Scala, Limor Ben shirit Haimi, Lorenzo Guasti, Magdalena Traczuk-Rąpała, Marcos Noriega, Maria del Mar Aleman Prados, Maria Messaritou, Mario Muscat, Martha Hoebens, Maryna Manchenko, Mette Malmqvist, Milana Gujinović, Nial Pickering, Niki Kalyfommatou, Noel Harmsworth, Panagiotis Angelopoulos, Raluca Ionela Maxim, Rubén Durán, Sara Bezdovová, Sara Mori, Stacia Jackson, Tunç Erdal Akdur, Vasiliki Kotsikopoulou, Vasiliki Psarisou, Veronica Duskova, Vladimíra Kyselková, Yvoni Pavlou, Irene Pizzo, Massimiliano Naldini, Stephan Griebel.

Publicato nel 2022. Le opinioni espresse in questa pubblicazione sono quelle degli autori e non necessariamente quelle di EUN Partnership AISBL, della Commissione europea o dei progetti e delle organizzazioni che hanno sostenuto la pubblicazione.



La pubblicazione originale [http://files.eun.org/STEAMIT/STE\(A\)M-IT-Framework-Digital.pdf](http://files.eun.org/STEAMIT/STE(A)M-IT-Framework-Digital.pdf) corrisponde al *Deliverable D2.2 - First European integrated STE(A)M framework*. Il lavoro presentato in questo documento è supportato dal programma Erasmus + della Commissione Europea - progetto STE(A)M IT (Grant agreement 612845-EPP-1-2019-1- BE-EPPKA3-PI-FORWARD), coordinato da European Schoolnet (EUN). Il contenuto del documento è di esclusiva responsabilità del consorzio STE(A)M IT, non rappresenta l'opinione della Commissione europea (CE) e la CE non è responsabile dell'uso che potrebbe essere fatto delle informazioni.

Questo documento è pubblicato secondo i termini e le condizioni della licenza Attribuzione 4.0 Internazionale (CC BY 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



Indice dei contenuti

A chi si rivolge il framework e come utilizzarlo?	5
A chi si rivolge il framework?.....	5
Percorsi di lettura: come orientarsi nel framework?	6
Metodologia.....	7
Consortium del Progetto	8
Perché il framework STE(A)M it?.....	9
Che cos'è l'integrazione delle STEM?.....	9
Perché l'insegnamento delle STE(A)M integrate è necessario?	10
Perché utilizzare il framework STE(A)M?.....	11
Quali sono gli approcci pedagogici che promuovono l'integrazione delle STE(A)M?	15
Qual è lo stato delle STEM integrate nell'istruzione europea?	22
Formazione STE(A)M.....	24
Risorse didattiche.....	24
Risorse per lo sviluppo professionale continuo	31
Risorse per promuovere le carriere STEM	32
Consigli per gli stakeholders.....	36
Educatori	36
Dirigenti scolastici	37
Ministeri dell'istruzione (MoEs).....	37
Industria.....	38
Ricercatori.....	39
Riferimenti bibliografici	40



A CHI SI RIVOLGE IL FRAMEWORK E COME UTILIZZARLO?

Vi presentiamo il primo framework per l'insegnamento integrato delle STEM! Nelle prossime pagine verrà illustrato cosa si intende per STE(A)M, perché l'insegnamento integrato ha un valore per il futuro dell'educazione STEM (scienza, tecnologia, ingegneria e matematica) e come può essere implementato in classe, approfondito attraverso la ricerca e supportato nel processo decisionale europeo.

L'insegnamento STE(A)M è un insegnamento integrato delle materie STEM, dove abbiamo aggiunto (A) per "tutti" perché le STEM non funzionano in modo isolato dal mondo reale e dalle altre materie, e perché il lavoro di squadra è fondamentale per un'integrazione significativa.

Ma prima cerchiamo di capire se il framework è adatto a voi (suggerimento: probabilmente lo è!).

A chi si rivolge il framework?

Il framework STE(A)M si rivolge a una varietà di soggetti che operano nel mondo dell'educazione:

- **Insegnanti** ed educatori dell'istruzione formale, informale e degli istituti di formazione per insegnanti che desiderano introdurre una dimensione olistica e integrata nelle loro lezioni e attività.
- **Insegnanti in servizio e in pre-servizio** interessati alla didattica innovativa e alle modalità e alle condizioni che possono facilitarne l'introduzione nella pratica quotidiana.
- **Dirigenti scolastici** che desiderano comprendere il valore dell'insegnamento integrato delle materie STEM per i docenti e per gli studenti e in che modo possono sostenerne e facilitarne l'attuazione nelle loro scuole.
- **Ricercatori** con un interesse specifico per l'impatto dei metodi di insegnamento che stimolano l'impegno, la motivazione e il rendimento degli insegnanti e degli studenti, che desiderano contribuire e ampliare la comprensione dell'insegnamento e dell'apprendimento integrato delle materie STEM e indagare ulteriormente attraverso la ricerca l'applicazione e l'impatto delle STEM integrate.
- **I decisori politici** alla ricerca di uno sfondo teorico basato sull'evidenza e necessario per progettare e pianificare interventi politici e pedagogici che aprano la strada all'introduzione dell'insegnamento e dell'apprendimento integrati nel loro contesto nazionale.
- **Professionisti EdTech ed esperti di STEM** che desiderano comprendere le esigenze dei professionisti dell'istruzione e vogliono coltivare la forza lavoro STEM del futuro.



Percorsi di lettura: come orientarsi nel framework?

La sezione seguente fornisce indicazioni e linee guida per i principali stakeholder, aiutandoli a esplorare il framework e le sue risorse. Naturalmente si tratta di indicazioni con valore orientativo e gli stakeholder sono invitati a consultare le varie sezioni e risorse in base alle proprie esigenze per potersi avvalere in maniera efficace del quadro STE(A)M IT.

Gli insegnanti possono:

- Utilizzare la sezione di background per comprendere la teoria dell'integrazione STEM e i suoi benefici per gli studenti,
- Esaminare le risorse, gli scenari di apprendimento (LS) e gli esempi di pratica integrata degli insegnanti europei e metterli in pratica così come sono, adattarli o crearne di nuovi,
- Scoprire le opportunità offerte da STE(A)M IT per lo sviluppo professionale continuo e completare uno dei corsi online aperti (MOOC) in un'ottica di sviluppo professionale e di miglioramento delle pratiche di insegnamento,
- Seguire le raccomandazioni per migliorare la loro pratica e trovare metodi innovativi per insegnare le materie STEM in modo integrato.

I dirigenti scolastici possono:

- Riesaminare la metodologia del quadro e la base delle evidenze per l'insegnamento integrato delle materie STEM,
- Analizzare la logica e la teoria alla base dell'insegnamento delle STEM integrate e imparare a supportare i propri insegnanti nella fase di implementazione
- Esaminare le risorse, gli scenari di apprendimento (in prosieguo LS) e gli esempi di pratiche integrate degli insegnanti europei per capire come poterle implementare nella propria scuola,
- Seguire le raccomandazioni per l'integrazione STEM nel loro istituto e coinvolgere gli insegnanti in forme di collaborazione innovativa.

I ricercatori possono:

- Esaminare la letteratura e approfondire il background utile a sostenere e a sviluppare la loro ricerca sull'integrazione delle materie STEM nell'istruzione europea,
- Approfondire gli aspetti legati al controllo di qualità dei materiali didattici e di apprendimento e osservare in prima persona i vantaggi per insegnanti e studenti, il loro feedback e le sfide.
- Seguire le raccomandazioni per la ricerca futura e comprendere i limiti del quadro di riferimento attuale per costruire i propri progetti di ricerca in vista di contribuire al progresso dell'insegnamento e dell'apprendimento integrato delle STEM.

I politici possono:

- Rivedere la metodologia del quadro di riferimento e la base delle evidenze per l'insegnamento integrato delle materie STEM,
- Analizzare la logica e la teoria alla base dell'insegnamento delle STEM integrate e imparare a supportare gli insegnanti nell'implementazione



- Comprendere le esigenze di studenti e insegnanti attraverso il racconto delle esperienze di implementazione e il feedback di studenti e insegnanti sulle risorse didattiche STE(A)M IT,
- Seguire le raccomandazioni per sostenere i miglioramenti delle politiche e avviare un dialogo costruttivo con le parti interessate a vari livelli.

I professionisti EdTech e STEM possono:

- Approfondire la logica e la teoria alla base dell'insegnamento integrato delle materie STEM, il valore di quest'ultimo e come esso si pone rispetto alle esigenze del settore,
- Capire come il know-how e la tecnologia di cui dispongono, combinati con la loro visione delle carriere e delle competenze legate alle STEM, possano contribuire al miglioramento delle pratiche STEM integrate,
- Approfondire la ricerca per capire l'importanza centrale dei modelli di carriera al fine di coltivare l'interesse per le materie STEM, assicurando così una forza lavoro competente e dinamica per il futuro.

Metodologia

Prima di addentrarci nell'insegnamento delle STEM integrate, riteniamo utile spiegare come è stato costruito il framework.

Nel corso dei due anni accademici 2019-2020 e 2020-2021 una serie di azioni, che vanno dall'analisi teorica, dalla rassegna della letteratura, al lavoro con gli insegnanti e alla realizzazione di un programma di capacity building (sviluppo delle capacità), hanno gradualmente portato a definire il quadro di riferimento.

In dettaglio:

Fase 1: Ricerca documentale e analisi SWOT

Per comprendere meglio lo stato di avanzamento e la conoscenza accademica dell'insegnamento integrato delle materie STEM, abbiamo condotto un'analisi SWOT adattata (punti di forza, debolezza, opportunità e minacce) di articoli scientifici, recensioni e commenti pubblicati in inglese tra il 2010 e il 2019, recuperati utilizzando due diversi database, ERIC e SCOPUS, e della letteratura grigia pubblicata in inglese tra il 2010 e il 2019, recuperata attraverso una ricerca su Google.

La ricerca ha supportato la pubblicazione di ***STE(A)M IT integrated STEM teaching state of play***¹ e i suoi risultati sono riflessi nella sezione "*Perché il quadro STE(A)M IT?*".

Fase 2: lavorare con gli insegnanti pilota

Gli insegnanti pilota sono stati reclutati per sostenere il processo di ricerca e redigere una prima serie di scenari di apprendimento per l'insegnamento integrato STE(A)M IT, successivamente implementati e testati nelle rispettive classi, allo scopo di verificarne l'utilità e l'adattabilità. A seguito di questo processo, gli insegnanti pilota hanno sottoposto a una revisione paritaria gli scenari di apprendimento affinché potessero essere migliorati.

¹Il documento è disponibile qui: <http://steemit.eun.org/integrated-stem-teaching-state-of-play/>



Fase 3: Workshop di co-creazione e convalida

Tutti gli scenari di apprendimento STEM integrati disponibili nel framework sono stati prodotti e convalidati attraverso una metodologia che ha coinvolto processi di co-creazione, verifica, implementazione e peer-review.

Sono stati organizzati tre workshop di co-creazione per presentare gli aggiornamenti del progetto, convalidare il lavoro precedente e determinare le azioni future. Due workshop erano rivolti agli insegnanti e uno ai ministeri dell'Istruzione e ai partner industriali.

Il primo workshop ha introdotto il progetto e le parti interessate, il secondo si è concentrato sulla revisione e sul monitoraggio dei primi scenari di apprendimento STE(A)M IT e il terzo ha incluso la revisione dei risultati della fase di verifica. Sebbene la pandemia COVID-19 abbia creato alcune difficoltà iniziali nel coordinare la creazione e la sperimentazione del materiale, essa ha tuttavia consolidato il valore dell'**insegnamento integrato delle materie STEM e ha evidenziato la valenza pratica delle modalità di insegnamento blended e delle lezioni interamente a distanza.**

Quale progetto Erasmus, STE(A)M IT è uno dei tanti progetti integrati di educazione alle STEM e pertanto può essere letto insieme ad altri progetti che esplorano lo stesso tema. Alcuni di questi sono presentati in modo più dettagliato nelle sezioni successive.

Come ulteriore passo per convalidare contenuto e struttura del quadro di riferimento e al fine di verificarne l'utilità per le parti interessate, sono stati organizzati due workshop di convalida, uno con gli insegnanti e uno con i ricercatori. Tali eventi hanno consentito di confermare la validità del contenuto del quadro e la sua accessibilità alle varie parti interessate, contribuendo a perfezionare la modalità di erogazione.

I workshop hanno fornito spunti utili e prospettive diverse, che sono state incorporate in questa versione finale del framework.

Consortium del Progetto

Scientix

Scientix è la comunità per l'educazione scientifica in Europa (<http://www.scientix.eu/home>) che promuove e sostiene una collaborazione a livello europeo tra insegnanti di materie STEM, ricercatori nel campo dell'istruzione, responsabili politici e altri professionisti dell'educazione STEM. La rete Scientix è attiva dal 2010 e organizza attività di formazione per insegnanti, conferenze e altri eventi di divulgazione e sostiene lo scambio di conoscenze ed esperienze nell'ambito dell'educazione STEM attraverso il suo portale, le pubblicazioni in materia e l'organizzazione di eventi.² Il repository di risorse di Scientix ospita migliaia di risorse per gli insegnanti e per gli altri operatori del settore dell'istruzione, comprese le risorse di STE(A)M IT, garantendo che esse possano rimanere a disposizione dell'utenza anche dopo la conclusione del progetto STE(A)M IT.

² Scientix riceve finanziamenti dal programma di ricerca e innovazione H2020 dell'Unione Europea.



Alleanza STEM

La STEM Alliance³ è un'iniziativa internazionale coordinata da European Schoolnet (la rete dei 34 ministeri dell'istruzione europei), che riunisce industrie, operatori del settore dell'istruzione e ministeri dell'istruzione allo scopo di promuovere l'istruzione e le carriere STEM tra i giovani europei e di far fronte alla prevista carenza di competenze all'interno dell'Unione europea nel prossimo futuro.

STEM Alliance e STE(A)M IT condividono visioni comuni e gli obiettivi di promuovere le carriere STEM tra i giovani e sviluppare le competenze necessarie per una futura forza lavoro STEM dinamica. Esiste pertanto una stretta collaborazione tra i due progetti, che si sostengono a vicenda nella creazione di risorse e nell'apporto di competenze industriali e di informazioni sulle future carriere STEM a consulenti professionali, insegnanti e studenti di STE(A)M IT.

PERCHÉ IL FRAMWORK STE(A)M IT?

Che cos'è l'integrazione delle STEM?

L'integrazione STEM implica l'insegnamento contemporaneo di una combinazione di materie STEM da parte di un insegnante o di un gruppo di insegnanti specializzati in materie diverse. L'insegnamento STE(A)M, quindi, ha una portata più ampia e prevede l'incorporazione di una materia non STEM nello stesso scenario di apprendimento, come le arti, la letteratura, una lingua straniera, lo sport, ecc.

I modelli di curriculum STE(A)M possono contenere obiettivi di apprendimento dei contenuti STEM che sono principalmente incentrati su una materia ma contestualizzati in altre materie STE(A)M. In altre parole, l'educazione STE(A)M può essere definita come l'insegnamento dei contenuti di due o più domini STEM, legati da pratiche STEM in un contesto più relazionabile; quindi, con un maggiore collegamento tra le materie insegnate, capace di migliorare l'esperienza di apprendimento degli studenti.

Sanders (2009) ha descritto l'educazione STE(A)M come *"approcci che esplorano l'insegnamento e l'apprendimento tra due o più aree di materie STEM, e/o tra una materia STEM e una o più materie scolastiche diverse dalle STEM"* (p. 21). In questo modo, Sanders suggerisce che i risultati dell'apprendimento di una delle materie STEM dovrebbero essere progettati in un corso di insegnamento di almeno un'altra disciplina dell'ambito STEM; ad esempio, collegare un percorso di apprendimento di matematica o scienze in una classe di tecnologia o ingegneria. Moore et al. (2014) si spingono oltre, definendo l'educazione STE(A)M come *"uno sforzo per combinare alcune o tutte le quattro discipline della scienza, della tecnologia, dell'ingegneria e della matematica in un'unica classe, unità o lezione che si basa sulle connessioni tra le materie e i problemi del mondo reale"* (p. 38). Ciò implica quindi che TUTTE le materie dovrebbero essere collegate in un unico piano di lezioni, e che si dovrebbe dare loro un contesto reale per essere valide.

³ <https://www.stemalliance.eu/>



Alla luce di quanto detto, il tentativo di definire l'insegnamento STE(A)M richiede una riflessione su cosa significhino l'insegnamento e l'apprendimento integrati nelle teorie educative in cui la connessione, la flessibilità, la cooperazione/relazione e la significatività sono considerati concetti chiave per un'educazione positiva e di successo (Dewey, 1966; Gardner, 1994; Morin, 2012, come citato in Demirel, 2019). Di conseguenza, l'integrazione da una prospettiva pedagogica sostiene un approccio olistico e sistemico all'educazione, con l'obiettivo di rendere il processo di apprendimento più armonioso.

Se il valore dell'insegnamento di più materie in modo integrato non può essere messo in discussione, resta il fatto che non si tratta certamente di un'impresa facile. Infatti, filosofi come Edgar Morin (2012, citato in Demirel, 2019) sottolineano la complessità dell'istruzione e la necessità di flessibilità per far fronte all'incertezza. Inoltre, l'integrazione richiede il superamento dei metodi di insegnamento tradizionali, delle pratiche incentrate sull'insegnante e delle lezioni esclusivamente basate sui contenuti, oltre alle pratiche di apprendimento frammentate sopra descritte.

Per superare queste difficoltà, l'insegnamento STE(A)M abbraccia metodi innovativi in grado di integrare diverse competenze di base e trasversali, contenuti distintivi e diverse modalità di approccio all'apprendimento. Più specificamente, integrazione significa anche integrare materie, attività didattiche e diversi stili e dimensioni dell'apprendimento.

Un curriculum integrato è strutturato in modo tale da attraversare i vari contenuti disciplinari, legando insieme diversi elementi di conoscenza con associazioni significative. La sua visione è olistica, in quanto considera l'apprendimento e l'insegnamento come processi che devono riflettere il mondo reale, mostrandone il dinamismo, l'ecologia e la continua evoluzione. Questa visione del mondo e delle competenze non può essere sviluppata in settori frammentati, ma deve unire le conoscenze, gli stili di apprendimento, le relazioni tra insegnanti e studenti, attori dell'istruzione, e tra il contesto di apprendimento e il mondo reale.

Tale prospettiva si basa sulla premessa che l'apprendimento avviene attraverso una serie di connessioni. Questo principio è valido per tutti gli argomenti, ma diventa ancora più cruciale nelle discipline che trovano più resistenza e difficoltà nel coinvolgere gli studenti, come le STEM.

Perché l'insegnamento delle STE(A)M integrate è necessario?

L'acronimo STEM viene utilizzato in modi molto diversi in ambito educativo. Negli ultimi anni, tale acronimo è stato ampliato con l'aggiunta della lettera A, non solo per sottolineare l'importanza della creatività e delle "arti" nell'educazione STEM, ma anche per evidenziare l'importanza di un collegamento tra le STEM e "tutte" (in inglese "all") le altre discipline. Mentre l'organizzazione dell'istruzione primaria in Europa, con un insegnante che insegna tutte le materie principali in una classe, può facilmente supportare l'insegnamento e l'apprendimento delle STE(A)M, nell'istruzione secondaria le discipline STEM continuano a essere insegnate in modo isolato. Non ci sono classi STEM o STE(A)M integrate, ma ci sono classi S, T, E e M. A ciò si aggiunge il carattere frammentato dell'educazione scientifica, dove la stessa "S" è divisa in classi di fisica, chimica, biologia, ecc.

Affinché gli studenti possano nutrire interesse nelle lauree e nelle carriere STEM e, cosa ancora più importante, possano capire il ruolo chiave che le STEM svolgono nel migliorare la qualità della vita e



il nostro futuro, è necessario che le STEM siano insegnate in modo integrato. Tutte le componenti STEM devono lavorare insieme e altresì collaborare con la “A”, con tutte le altre materie.

La necessità di conoscenze più profonde e concettualmente radicate, che gli studenti possano mettere in relazione e applicare ai problemi del mondo reale, è ben documentata nell'ambito dell'istruzione STEM (Braund & Reiss, 2006; Bulte, Westbroek, de Jong, & Pilot, 2006; Gilbert, 2006; NRC, 2012). Tuttavia, le pedagogie didattiche in classe non tendono a promuovere una conoscenza schematica e applicabile dalla maggior parte degli studenti (Greeno, Collins, & Resnick, 1996), ma portano spesso allo sviluppo di quella che Whitehead nel 1929 chiamava "conoscenza inerte", cioè a una conoscenza fattuale decontestualizzata dal mondo reale, che non riesce a coinvolgere gli studenti nelle materie STEM.

Il framework STE(A)M IT mira a facilitare, sostenere e a promuovere l'introduzione dell'**insegnamento e dell'apprendimento STE(A)M nell'istruzione primaria e secondaria nelle classi europee**. A tal fine, questo strumento offre una serie di percorsi per i soggetti chiave, come gli insegnanti, i ricercatori del settore educativo, i professionisti dell'area EdTech e STEM e i responsabili politici. Questi percorsi sono composti da blocchi di informazioni che possono essere esplorati in modo diverso a seconda delle esigenze, degli interessi e degli obiettivi individuali delle parti interessate.

Oltre a fornire i suddetti percorsi, il framework aspira a diventare un punto di riferimento per l'apprendimento e l'insegnamento delle STE(A)M. La sua struttura si presta ad essere ampliata e sviluppata con l'inserimento di ulteriori componenti, e il contributo attivo dei vari stakeholder (insegnanti, ricercatori, ministeri dell'istruzione, partner industriali, ecc.) offre preziosi spunti e informazioni sulle tendenze e sugli sviluppi più recenti.

Dal punto di vista pratico, il quadro fornisce agli insegnanti e ai dirigenti scolastici un orientamento su come inserire l'insegnamento delle STE(A)M nella loro pratica quotidiana attraverso esempi di argomenti e tematiche che facilitano l'integrazione, programmi delle lezioni creati e testati dagli insegnanti, oltre a strategie convalidate e indicazioni sull'integrazione delle carriere STEM negli scenari di apprendimento delle STE(A)M. Infine, vengono fornite metodologie di valutazione. Ai decisori politici, invece, vengono offerti spunti di riflessione sui benefici dell'integrazione e sulle pratiche osservate a livello internazionale, sull'impatto di questo approccio su insegnanti e studenti, sulle sfide da affrontare per implementarlo all'interno del quadro regolamentare attuale sull'organizzazione scolastica e sullo sviluppo dei curricula.

Perché utilizzare il framework STE(A)M?

Contestualizzare le materie STEM attraverso sfide reali.

In che modo le sfide del mondo reale collegano e promuovono l'insegnamento integrato?

Nel contesto educativo, le sfide presentate dal mondo reale aggiungono elementi di **autenticità** all'esperienza degli studenti. L'inclusione di questioni rilevanti e relazionabili incoraggia gli studenti a lavorare insieme per risolvere un problema che è di grande priorità per loro e per comunità cui



appartengono e, ciò facendo, contribuiscono a sviluppare una riflessione di lungo periodo e ad acquisire una conoscenza sostenibile.

Il termine "mondo reale" non intende differenziare l'apprendimento all'interno o all'esterno della scuola, ma vuole piuttosto sottolineare il tratto essenziale dell'appropriazione, da parte dello studente, del problema, della soluzione e dell'apprendimento, nonché il collegamento con una più comunità di soggetti (Nagel, 1996).

Attraverso l'insegnamento delle STE(A)M, gli studenti hanno accesso alle conoscenze più recenti e aggiornate (ad esempio, scambi con esperti, visite a stabilimenti o luoghi specifici), si relazionano con il mondo reale (ad esempio, con la comunità locale, con la loro città o provincia) e sviluppano una serie di abilità e competenze (per esempio, pensiero critico, risoluzione dei problemi, comunicazione.).

Criteri per la selezione delle sfide del mondo reale

Nell'affrontare e cercare di selezionare una sfida del mondo reale, gli insegnanti sono invitati a considerare i seguenti criteri:

- **La sfida deve essere reale**, autentica, direttamente collegata a questioni sociali, economiche e ambientali che riguardano la vita e le comunità degli studenti. Insetti mitici, alieni spaziali e forme di vita teoriche, per quanto interessanti e popolari, non sono sfide reali, almeno non ancora.
- **Agli studenti deve interessare la sfida**. Se agli studenti non interessa la sfida, la loro motivazione a risolverla sarà limitata. Potrebbe trattarsi di un problema della loro vita o della loro comunità, o di una questione critica che è in primo piano nelle notizie (come le questioni climatiche o ambientali). Se il tema è utile ai fini della lezione, ma non è così importante nel contesto sociale degli studenti, gli insegnanti possono aiutare gli studenti a costruire il contesto e a entrare in contatto con esso, facendo ricorso a materiali audiovisivi, organizzando gite o interventi di esperti sul tema.
- **La sfida deve essere "realisticamente realizzabile"**. Affinché una sfida STE(A)M sia valida, gli studenti devono avere accesso alle risorse, alle conoscenze e alle competenze necessarie per risolvere il problema, e la portata del problema deve essere gestibile (ad esempio, risolvere il problema del cambiamento climatico non è realistico, mentre lo è ingegnerizzare soluzioni per l'energia pulita).
- **La sfida deve consentire molteplici approcci e soluzioni accettabili**. Gli insegnanti dovrebbero evitare di adottare un approccio unico e predeterminato e rinunciare ad una valutazione che giudichi la soluzione proposta come "giusta" o "sbagliata". Nella classe STE(A)M, ogni gruppo di studenti deve poter scegliere un approccio diverso per risolvere la sfida e potersi orientare tra le varie soluzioni disponibili.
- **Gli studenti devono utilizzare un processo di progettazione ingegneristica - attingendo alle competenze e ai concetti di scienza, matematica e tecnologia - per risolvere la sfida**. Tutte le sfide devono impegnare gli studenti in un processo di progettazione ingegneristica (immaginare una serie di passaggi per risolvere il problema) che richiede lo sviluppo di più argomenti, anche se non è necessario che ogni argomento sia utilizzato nella stessa misura (ad esempio, alcune soluzioni possono basarsi maggiormente sulle scienze e altre sulla matematica).



- ***Il problema dovrebbe essere allineato agli standard di livello per le scienze e la matematica.*** In una giornata scolastica intensa, né gli insegnanti né gli studenti hanno tempo per troppi contenuti curriculari "extra". Gli studenti si impegneranno di più nell'attività STE(A)M e nella sfida se potranno utilizzare le competenze che stanno imparando. Questo è lo scopo delle sfide del mondo reale!
- ***Gli studenti devono avere un ruolo attivo nella scelta della sfida.*** Anche se gli insegnanti dovranno proporre esempi e suggerimenti per aiutare gli studenti a comprendere la natura di questi problemi, la scelta finale dovrebbe essere lasciata agli studenti. Il loro coinvolgimento attivo stimola l'impegno e la partecipazione attiva al processo di apprendimento.

Esempi di sfide reali

Per definire un'agenda comune sull'istruzione e creare un mondo più inclusivo entro il 2030, nel 2015 le Nazioni Unite hanno adottato l'Agenda degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs)⁴. Gli SDGs forniscono spunti per una miriade di sfide relazionabili che possono essere utilizzate in classe; di seguito ne abbiamo raccolto alcuni esempi (e ne abbiamo aggiunti altri):

- Sradicamento della povertà e della fame,
- Acqua pulita e servizi igienici,
- Energia pulita e conveniente,
- Industria, innovazione e infrastrutture,
- Città e comunità sostenibili,
- Consumo e produzione responsabili,
- La vita sott'acqua,
- La vita sulla terraferma,
- Pace, giustizia e istituzioni forti,
- La coesistenza di animali e uomini,
- Salute e benessere,
- Accesso alle scoperte scientifiche e tecnologiche.

Una parola sulle carriere STEM per contestualizzare le STEM nel mondo reale:

Un modo semplice ed efficace per aiutare gli studenti a comprendere le interconnessioni tra le discipline STEM e per aiutarli ad applicare le STEM al di fuori della scuola, è fornire esempi di professioni e carriere STEM, il loro valore per la società, per l'economia e per il progresso della conoscenza umana e, naturalmente, presentare modelli di ruolo nella figura di professionisti STEM. Di conseguenza, tutte le lezioni pianificate nell'ambito del framework STE(A)M IT sono integrate da informazioni sulle carriere STEM e sui profili professionali STEM che risultano rilevanti per il raggiungimento degli obiettivi della lezione e per la realizzazione delle attività proposte. Anche le competenze e le conoscenze necessarie perché i professionisti STEM possano svolgere il proprio ruolo con successo verranno descritte in dettaglio.

⁴ Per saperne di più sugli SDGs clicca qui: [17 OBIETTIVI PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE \(un.org\)](https://un.org)



Coltivare le competenze del XXI secolo

Il XXI secolo è caratterizzato dalla rapida e continua moltiplicazione delle tecnologie, che a sua volta richiede una serie di competenze specifiche per esercitare la cittadinanza attiva in quest'epoca, competenze che l'insegnamento delle STE(A)M può aiutare a sviluppare negli studenti.

Queste competenze sono necessarie per affrontare le sfide mondiali più ampie che coinvolgono tutti noi, e dotano gli studenti della capacità di negoziare le complessità inerenti all'economia globale e guidata dalla conoscenza di oggi (Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico, 2019). La società "globale" richiede una forza lavoro competente, geograficamente mobile e collaborativa (Dunning, 2000), e i posti di lavoro attuali e futuri rendono necessaria l'acquisizione di pensiero analitico, competenze digitali e sofisticate capacità di comunicazione (Levy & Murnane, 2012), tutte abilità che possono essere coltivate attraverso l'insegnamento delle STE(A)M.

Le competenze del XXI secolo non sono "nuove; hanno solo acquistato nuova rilevanza" (Silva, 2009, p. 631) e comprendono tre domini di conoscenza principali: (1) il pensiero innovativo; (2) le competenze digitali (informazione, media e TIC, informazione, comunicazione e tecnologia) (Black & Wiliam, 2009); e (3) le competenze per la vita e la carriera (Trilling & Fadel, 2009).

Sebbene le "competenze del XXI secolo" possano essere definite, categorizzate e determinate in modo diverso da persona a persona, da luogo a luogo o da scuola a scuola, il termine riflette un consenso generale, anche se blando e mutevole. Il seguente elenco fornisce una breve panoramica illustrativa delle conoscenze, delle abilità, delle abitudini di lavoro e delle caratteristiche comunemente associate alle competenze del XXI secolo:

- Pensiero critico, risoluzione di problemi, ragionamento, analisi, interpretazione, sintesi delle informazioni.
- Abilità e pratiche di ricerca, domande interrogative e mentalità di ricerca.
- Creatività, abilità artistica, curiosità, immaginazione, innovazione, espressione personale.
- Perseveranza, autodirezione, pianificazione, autodisciplina, adattabilità, iniziativa.
- Comunicazione orale e scritta, capacità di parlare in pubblico e presentare, ascolto attivo.
- Leadership, lavoro di squadra, collaborazione, cooperazione, capacità di utilizzare spazi di lavoro virtuali.
- Alfabetizzazione alle tecnologie dell'informazione e della comunicazione (TIC), alfabetizzazione ai media e a Internet, interpretazione e analisi dei dati, programmazione informatica.
- Alfabetizzazione civica, etica e di giustizia sociale.
- Alfabetizzazione economica e finanziaria, imprenditorialità.
- Consapevolezza globale, alfabetizzazione multiculturale, umanitarismo.
- Alfabetizzazione e ragionamento scientifico, il metodo scientifico.
- Alfabetizzazione ambientale e di conservazione, comprensione degli ecosistemi.
- Alfabetizzazione alla salute e al benessere, compresi alimentazione, dieta, esercizio fisico, salute e sicurezza pubblica.



Ragioni pratiche per scegliere l'integrazione STE(A)M

Oltre agli ampi vantaggi che l'insegnamento delle STE(A)M offre dal punto di vista pedagogico sopra descritto, vi sono anche ragioni più pragmatiche che spingono gli insegnanti a scegliere l'insegnamento delle STE(A)M.

Dati gli obiettivi di apprendimento degli insegnanti e i loro vincoli (come il numero di studenti, il livello di esperienza e l'area di competenza), l'integrazione porterà a una migliore comprensione delle singole materie STEM, a una migliore contestualizzazione dei principi della scienza e a una più profonda comprensione del valore quotidiano delle materie STEM. Gli studenti trarranno beneficio dall'insegnamento delle STE(A)M in quanto le attività e i compiti verranno progettati per incoraggiare il pensiero critico e la collaborazione e la valutazione sarà orientata al progetto.

Inoltre, l'insegnamento STE(A)M aiuta a mantenere l'interesse degli studenti per tutte le materie, alimentando al contempo le competenze individuali e le inclinazioni degli studenti. Questo è stato osservato nella fase di sperimentazione delle risorse di apprendimento STE(A)M IT, quando gli studenti hanno riferito di aver superato paura e dubbi sulle singole materie STEM che in precedenza avevano percepito come "troppo difficili" (ad esempio, la matematica).

Una qualità forse meno desiderabile, ma comunque vantaggiosa, è la capacità dell'educazione STE(A)M di fornire utili contesti di apprendimento nella "educazione all'emergenza". Infatti, durante la pandemia COVID-19, l'attuazione degli scenari di apprendimento STEM integrati è proseguita a vari livelli e in diversi contesti. Ciò ha comportato la combinazione di materie e attività che andavano dallo sport come complemento alla fisica, all'uso di laboratori virtuali e software di architettura per costruire modelli in uno scenario di apprendimento che affrontava questioni sociali e si concentrava sulla sostenibilità.

Gli esempi sopra descritti indicano che, anche di fronte all'incertezza, a un insegnamento a distanza non ottimale e alla mancanza di risorse, l'insegnamento e l'apprendimento STE(A)M hanno avuto successo e hanno rappresentato un chiaro vantaggio sia per gli insegnanti che per gli studenti. Le reazioni e i feedback alla fase di verifica hanno ulteriormente comprovato che l'insegnamento STE(A)M offre la flessibilità necessaria per essere sperimentato in diverse modalità di insegnamento: online e a distanza, all'interno dell'aula o come combinazione di entrambi (modalità mista).

Infine, l'insegnamento integrato delle STEM favorisce la collaborazione tra gli insegnanti di una stessa scuola estesa ai colleghi di altre scuole (come dimostra il successo della co-creazione del materiale realizzata dagli insegnanti di paesi diversi), contribuendo al contempo ad espandere le attività a livello scolastico e a muoversi verso la piena inclusione della metodologia integrata nel curriculum⁵.

Quali sono gli approcci pedagogici che promuovono l'integrazione delle STE(A)M?

Alcuni approcci pedagogici sono più adatti di altri a facilitare l'integrazione delle STE(A)M. I principali approcci sono illustrati di seguito, insieme al loro impatto sull'apprendimento degli studenti.

⁵ Risultati della discussione del focus group con il team svedese.



Apprendimento basato su progetti

L'apprendimento basato su progetti (PBL) è un modello incentrato sullo studente che organizza l'apprendimento intorno a progetti e include compiti complessi basati su domande stimolanti ancorate a problemi del mondo reale.

Sebbene non esista un'unica definizione universalmente accettata di PBL, il Buck Institute for Education (BIE) ne propone una concisa, che incorpora gli elementi chiave dell'apprendimento basato sui progetti: il PBL è *"un metodo di insegnamento sistematico che coinvolge gli studenti nell'apprendimento di conoscenze e abilità attraverso un processo di indagine esteso strutturato intorno a domande complesse e autentiche e a prodotti e compiti accuratamente progettati"* (Markham, Larmer, & Ravitz, 2003 p. 4). Le caratteristiche essenziali del PBL includono quindi 1) un progetto centrale; 2) un focus costruttivista su conoscenze e abilità importanti; 3) un'attività trainante sotto forma di domanda, problema o sfida complessa; 4) un'indagine guidata dall'insegnante e 5) un progetto agganciato al mondo reale che sia autentico per l'allievo (Barron & Darling-Hammond, 2008; Thomas, 2000).

In sintesi, il PBL consente agli studenti di accedere alla conoscenza e di costruirla da soli sulla base delle loro esperienze e scoperte autonome, evitando che il programma di studi sia una disposizione ordinata di conoscenze predeterminate.

Oggi, sotto l'ombrello del PBL sono comprese diverse pratiche, ma le più importanti includono l'apprendimento basato sulla sfida, l'apprendimento situato, l'apprendimento basato sulle attività e l'apprendimento basato sulla progettazione.

Gli studiosi sono generalmente concordi nell'identificare le seguenti caratteristiche dei progetti PBL:

- I progetti PBL sono centrali, non accessori, all'interno del programma di studio.
- I progetti PBL sono incentrati su domande o problemi che "spingono" gli studenti a confrontarsi con concetti e principi importanti all'intersezione di due o più discipline.
- I progetti PBL coinvolgono gli studenti in un'indagine costruttiva.
- I progetti PBL sono in larga misura guidati dagli studenti.
- I progetti PBL sono realistici.

Inoltre, a differenza delle pratiche didattiche più tradizionali, nel PBL l'insegnante diventa un facilitatore piuttosto che un istruttore e gli obiettivi educativi sono resi espliciti (Moursund, 1999).

In pratica, il PBL è un metodo di insegnamento in cui il punto di partenza del processo di apprendimento è un problema "autentico" con diverse soluzioni praticabili e diversi modi per raggiungere tali soluzioni. Agli studenti vengono assegnati compiti specifici per (a) creare una dichiarazione esatta del problema, (b) identificare le informazioni necessarie per comprendere il problema, (c) identificare le risorse da utilizzare per raccogliere informazioni e (d) generare possibili soluzioni e valutarle.

Negli attuali paradigmi educativi, gli studenti lavorano comunemente da soli su compiti semplici, memorizzando brevi definizioni. Scrivono solo per l'insegnante e occasionalmente creano presentazioni. Al contrario, i progetti PBL mirano a sviluppare il pensiero critico, la collaborazione e le abilità comunicative coinvolgendo gli studenti in attività di progettazione, risoluzione di problemi,



presa di decisioni e indagine, lavorando in piccoli gruppi e creando prodotti o presentazioni realistiche (Jones, Rasmussen, & Moffitt, 1997; Thomas, Mergendoller, & Michaelson, 1999).

Il PBL porta a migliori risultati di apprendimento e allo sviluppo delle competenze degli studenti.

La ricerca sul campo ha dimostrato che gli studenti traggono notevoli benefici da questo approccio, tra cui una maggiore capacità di pensiero critico, un consolidamento delle conoscenze nel tempo, una conoscenza interdisciplinare, una maggiore motivazione, una maggiore capacità di interagire con gli altri e una maggiore capacità di ricerca delle informazioni, di comunicare in gruppo e di affrontare i problemi. (Thomas, 2000).

Inoltre, con l'assegnazione dei ruoli agli studenti mentre lavorano in gruppo, il PBL si rivela un mezzo capace di adattarsi efficacemente ai diversi stili di apprendimento degli studenti.

Come si può utilizzare il PBL per sviluppare uno scenario di apprendimento integrato STE(A)M?

Krajcik e Blumenfeld (2006) elencano cinque caratteristiche chiave del PBL che possono essere utili agli insegnanti per ideare un progetto per i loro studenti, nella prospettiva di uno scenario di apprendimento STE(A)M.

Le caratteristiche principali sono:

1. **Domanda guida:** un progetto PBL dovrebbe iniziare con l'identificazione di una sfida o di un problema unico, una domanda aperta relativa a un argomento del mondo reale che coinvolga gli studenti in quanto autentica e rilevante per le loro esigenze (Laur & Ackers, 2017). Una buona domanda è fattibile, utile, contestualizzata, significativa ed etica.
2. **Indagine situata:** progettare un piano per il progetto tenendo presente quali risultati di apprendimento saranno affrontati è fondamentale nei progetti PBL, integrando il maggior numero possibile di materie e considerando quali materiali e risorse saranno accessibili agli studenti per assisterli.
3. **Collaborazione e strumenti tecnologici a supporto dell'apprendimento:** è essenziale programmare le attività con parametri di riferimento appropriati e dare agli studenti indicazioni per gestire il proprio tempo e concedere tempo sufficiente per la collaborazione (con l'uso di strumenti tecnologici). Tuttavia, il ruolo dell'insegnante è fondamentale per consentire agli studenti di esplorare le idee, sfidarli attraverso attività collaborative, fornire risorse e indicazioni, facilitare il processo di apprendimento di gruppo e monitorare i loro progressi.
4. **Risultati dell'apprendimento:** la valutazione e il feedback costruttivo dell'insegnante sono essenziali per aiutare gli studenti a valutare i risultati dell'apprendimento e a migliorare. L'insegnante deve valutare i risultati e consentire la valutazione e l'autovalutazione da parte degli studenti.



Educazione scientifica basata sull'indagine

L'educazione scientifica basata sull'indagine (IBSE) adotta il principio di John Dewey secondo cui l'educazione inizia con la curiosità (Savery, 2006) e consente agli studenti di sperimentare tutte le fasi del metodo scientifico: porre una domanda e sviluppare un'ipotesi che possa rispondere alla domanda, pianificare la verifica dell'ipotesi, raccogliere i dati e analizzare i risultati prima di condividerli con i compagni (Pedaste et al. 2015). L'approccio IBSE è ideale per l'istruzione STEM perché rende l'insegnamento pratico ed è perfetto per apprendere il funzionamento della ricerca scientifica, in quanto gli studenti imparano a formulare domande che possono trovare risposta attraverso la sperimentazione.

Nell'IBSE, l'insegnante ha un ruolo sia di facilitatore che di istruttore e l'approccio può essere gradualmente guidato dagli studenti. Gli studenti possono iniziare un progetto IBSE con una domanda fornita dall'insegnante e poi essere sollecitati a produrre le proprie domande, consolidando così quanto appreso per un apprendimento più profondo.

L'IBSE stimola la creatività, la risoluzione dei problemi, il pensiero critico e analitico e aiuta gli studenti a imparare a raccogliere e a interpretare i dati, a esplorare concetti come l'etica e l'affidabilità nell'indagine scientifica. L'IBSE produce un maggiore interesse per le scienze e una maggiore motivazione per le carriere STEM. Inoltre, gli effetti positivi dell'IBSE sono a lungo termine e si mantengono nel tempo, in più favoriscono l'inclusione e promuovono la parità di genere e potenziano l'interesse per le materie scientifiche.

Che cosa significa IBSE?

L'indagine è un processo intenzionale che comporta la ricerca di informazioni, la formulazione di problemi, l'esecuzione di esperimenti guidati, la pianificazione di indagini, la costruzione di modelli, la discussione con i compagni e l'utilizzo di prove e/o rappresentazioni a supporto. (Linn, Davis, & Bell 2004).

Pertanto, l'IBSE incoraggia gli studenti a esplorare "con le mani", a sperimentare, a porre domande e a sviluppare risposte basate sul ragionamento (Rocard et al., 2007), e si basa su un approccio costruttivista in cui l'indagine e la risoluzione dei problemi sono al centro dell'apprendimento, del pensiero e dello sviluppo. Attraverso i processi attivi dell'IBSE, gli studenti costruiscono la propria comprensione mentre si impegnano a fare domande, a risolvere problemi e a riflettere sulle conseguenze delle loro azioni.

Sebbene non esista una definizione universalmente accettata di educazione basata sull'indagine, è possibile identificare elementi fondamentali comuni. L'educazione basata sull'indagine impegna gli studenti a (NRC, 2012, p. 41):

- porsi domande significative,
- Otte nere prove di supporto per sviluppare e valutare le idee,
- spiegare le prove raccolte,
- associare le informazioni alle conoscenze acquisite con le indagini o le prove per formulare domande o teorie scientifiche,
- comunicare, giustificare e valutare le spiegazioni (anche alla luce di spiegazioni alternative).



IBSE e competenze degli studenti - Come può l'IBSE portare a risultati di apprendimento migliori rispetto all'apprendimento individuale? Quali competenze degli studenti possono essere sviluppate?

L'IBSE è un approccio pedagogico fecondo che può aiutare gli insegnanti a coltivare numerose competenze nei loro studenti. Poiché coinvolge pratiche quali la sperimentazione, l'argomentazione e la modellizzazione, l'indagine è un potente strumento per sviluppare l'alfabetizzazione scientifica, insieme alle capacità di pensiero critico (Haury, 1993), alle competenze scientifiche pratiche (Bybee, 2011) e alla comprensione dei concetti e dei fenomeni scientifici (Schroeder et al, 2007). Inoltre, affidandosi a diversi metodi di indagine e a diverse fonti di prova, l'IBSE aiuta gli studenti a sviluppare la consapevolezza del funzionamento della scienza e atteggiamenti positivi nei confronti di essa. Inoltre, se viene realizzata in un contesto collaborativo, l'indagine favorisce l'argomentazione, la negoziazione e la comunicazione con gli altri (ad esempio attraverso discussioni o presentazioni scritte) (Linn, Davis, & Bell 2004).

Infine, il processo di modellizzazione favorisce il ragionamento basato sull'evidenza per sostenere o sviluppare teorie e spiegazioni scientifiche (Wilensky & Resnick, 1999; NRC, 2012). Tutte queste competenze sono importanti nella società moderna, ad esempio per comprendere le questioni ambientali, mediche ed economiche che si basano molto su progressi tecnologici e scientifici di crescente complessità (Rocard et al., 2007).

IBSE e il nuovo ruolo dell'insegnante - Come si può utilizzare l'IBSE per sviluppare uno scenario di apprendimento STE(A)M?

L'approccio inquiry sposta il ruolo dell'insegnante da "dispensatore di conoscenza" a facilitatore o addirittura "allenatore dell'apprendimento". L'insegnante spinge gli studenti a indagare su domande significative per loro, con l'obiettivo di sviluppare la conoscenza e la comprensione dei fenomeni di interesse (Mayer, 2002; Wood & Barrow, 2006).

Inoltre, le metodologie di interrogazione e di collaborazione possono essere combinate con metodi di valutazione formativa per incoraggiare gli studenti a concentrarsi su dati e fatti sperimentali. Il ruolo della valutazione formativa nell'ambito dell'insegnamento basato sull'indagine è quello di sostenere gli studenti nella comprensione degli obiettivi di apprendimento e nel monitoraggio dei loro progressi verso il raggiungimento degli stessi.

Alcuni buoni esempi di valutazione formativa sono la richiesta agli studenti di:

- disegnare in classe una mappa concettuale per rappresentare la loro comprensione di un argomento,
- scrivere una o due frasi che identifichino il punto principale di una lezione,
- presentare una proposta di ricerca per avere un primo riscontro,
- fare valutazioni tra pari o una valutazione del loro lavoro che prevede il passaggio e l'insuccesso,
- preparare presentazioni o esposizioni pubbliche.

Come si può applicare l'IBSE all'apprendimento STE(A)M?

Gli insegnanti devono progettare e realizzare attività il cui punto di partenza sia una domanda o un problema aperto, e agli studenti deve essere chiesto di trovare una potenziale soluzione utilizzando le loro conoscenze o abilità.



Di seguito sono riportati alcuni esempi di domande di questo tipo che spingono gli studenti ad adottare un approccio ampio alla risoluzione dei problemi:

- Come possiamo descrivere il ciclo di vita di una pianta?
- Cosa pensate che serva per far accendere una lampadina?
- Pensate di poter vivere senza usare la plastica?

Questo approccio all'apprendimento aperto e responsabilizzante si basa sulla scelta e sulla voce degli studenti, promuovendo fiducia, impegno e autostima. È anche possibile chiedere agli studenti di osservare il loro ambiente locale per individuare eventuali problemi o bisogni da affrontare.

Prima di intraprendere attività IBSE con gli studenti, è essenziale che l'insegnante risponda alle seguenti domande:

- Su quali fenomeni e concetti scientifici di base si concentrerà l'unità?
- Quali idee ed esperienze precedenti potrebbero avere gli studenti?
- Quale livello di comprensione dei concetti selezionati ci aspettiamo che gli studenti raggiungano?
- Che tipo di domande e compiti di valutazione formativa possono essere integrati e quali risultati possiamo prevedere?
- Quali competenze di indagine scientifica e/o di progettazione tecnologica saranno messe in evidenza?
- Quali atteggiamenti nei confronti della scienza dovrebbero essere identificati?

Per l'esperienza di apprendimento complessiva, è importante anche:

- Chiarire con gli studenti le finalità e gli obiettivi dell'attività
- Pianificare discussioni guidate e domande per aiutare gli studenti a concentrarsi
- Pianificare gli strumenti di scrittura/registrazione con gli studenti.

Apprendimento integrato di lingua e contenuto (CLIL)

L'apprendimento integrato di lingua e contenuto (Content and Language Integrated Learning) è un approccio pedagogico consolidato che pone l'accento sull'integrazione di una lingua straniera e di contenuti tematici nel contesto di tutte le materie scolastiche. L'approccio CLIL consente quindi a insegnanti e studenti di utilizzare una lingua straniera come mezzo di insegnamento in materie non linguistiche, permettendo la pratica e il miglioramento della seconda lingua e l'inclusione di materie che possono variare da quelle scientifiche a quelle umanistiche. Secondo Cenoz et al. (2013) "*la Commissione europea e il Consiglio d'Europa hanno finanziato molte iniziative ben accolte a sostegno del CLIL, perché rispondeva a un'esigenza europea di potenziare l'istruzione nella seconda lingua (L2) e il bilinguismo*", e la ricerca sostiene ulteriormente che il CLIL viene applicato con successo nelle pedagogie basate sui compiti.

In relazione all'applicazione del CLIL nella classe di scienze, sono stati osservati vantaggi specifici. Questi includono la possibilità per gli studenti di apprendere una materia curricolare utilizzando la seconda lingua, fornendo al contempo contesti di apprendimento più autentici e utilizzando le risorse messe a disposizione dalla scuola. Tale approccio permette di sostenere le abilità cognitive degli studenti supportando allo stesso tempo la pratica linguistica e l'insegnamento dei contenuti scientifici.

Un vantaggio pratico del CLIL nella didattica delle STEM è che esso si basa su pratiche attive, interattive, dinamiche, come esperienze di laboratorio/workshop, apprendimento esperienziale,



lavoro tra pari e di gruppo. Tutte queste strategie e tecniche sono in linea con l'insegnamento pratico delle materie STEM.

Alcuni dei principi chiave del CLIL sono:

- **L'insegnamento delle lingue aggiuntive è più efficace se integrato con l'insegnamento dei contenuti:** l'acquisizione di una lingua straniera è più facile quando l'oggetto dell'apprendimento non è semplicemente la lingua in sé, ma un contenuto più specifico fornito attraverso una lingua straniera come mezzo di insegnamento.
- **L'insegnamento esplicito e sistematico della lingua è importante:** una riflessione metalinguistica sull'uso e sulla struttura della lingua è un aspetto chiave del processo di apprendimento, poiché il "linguaggio" rende visibile il pensiero (Swain, 2001).
- **Il coinvolgimento degli studenti è il motore dell'apprendimento:** gli studenti del XXI secolo sono costantemente esposti a una vasta gamma di input che attirano la loro attenzione. Il CLIL può essere la chiave per suscitare la loro curiosità, il loro interesse e il loro entusiasmo per imparare efficacemente e migliorare le loro esperienze di apprendimento.
- **Le attività CLIL sono spesso attività tra pari o di gruppo** basate sull'apprendimento collaborativo e cooperativo o su progetti (project-based learning), con risultati pratici (poster, prodotti interattivi, contenuti digitali ecc.). In questo contesto, lo sforzo collaborativo del gruppo o dell'intera classe rende il processo di apprendimento più efficace.

Come si può utilizzare il CLIL per sviluppare uno scenario di apprendimento integrato STE(A)M?

Non esiste un unico metodo per progettare uno scenario di apprendimento CLIL, poiché esso si concentra sulla realizzazione piuttosto che sul contenuto di una lezione STEM. Anche se alcuni insegnanti potrebbero non avere fiducia nell'implementazione del CLIL nelle lezioni STEM, essi dovrebbero essere rassicurati dal fatto che sono disponibili molte tecnologie capaci di fornire strumenti utili per facilitare tale implementazione. Esiste un'ampia gamma di strumenti e archivi web che possono essere utilizzati per trovare e adattare risorse e materiali o creare attività su misura in linea con le esigenze e le competenze degli studenti. Alcune di queste risorse online includono Khan Academy⁶, Ted Ed⁷, e la European Schoolnet Academy⁸, che forniscono video di alta qualità, corsi online e percorsi di apprendimento interattivi su diversi argomenti in più lingue. Altri strumenti web ampiamente utilizzati sono Learning Apps⁹ o WordWall¹⁰, dove gli insegnanti possono condividere contenuti su diverse materie attraverso attività interattive, quiz, giochi e altro ancora.

⁶ <https://www.khanacademy.org/>

⁷ <https://ed.ted.com/>

⁸ <https://www.europeanschoolnetacademy.eu/>

⁹ <https://learningapps.org/index.php?overview&s=&category=0&tool=>

¹⁰ <https://wordwall.net/>



Qual è lo stato delle STEM integrate nell'istruzione europea?

In questa sezione riassumiamo lo stato attuale dell'insegnamento delle STE(A)M nell'istruzione europea. Il riepilogo si basa sull'analisi condotta durante il processo di valutazione che ha contribuito a determinare le risorse necessarie per sostenere l'insegnamento delle STE(A)M.

- L'analisi completa è contenuta nel documento *Integrated STEM Teaching State of Play*, disponibile qui: <https://steamit.eun.org/integrated-stem-teaching-state-of-play/>.

Insegnanti

Gli insegnanti sono essenzialmente gli agenti principali dell'educazione alle STE(A)M e pertanto le sfide che gli insegnanti devono affrontare e il supporto che ricevono sono gli elementi principali che possono sostenere oppure ostacolare il successo dell'integrazione delle STE(A)M nelle classi europee.

Uno dei requisiti chiave per gli insegnanti della scuola primaria e secondaria nel promuovere l'insegnamento delle STE(A)M è la progettazione pedagogica collaborativa. La collaborazione in questo contesto implica la capacità degli insegnanti di condividere le proprie conoscenze e competenze nei rispettivi campi e di riunirsi regolarmente per portare avanti tale collaborazione.

Ciò ha portato a sua volta all'osservazione di due sfide fondamentali.

1/ La mancanza di conoscenze e competenze rilevanti: Il paradigma di insegnamento delle STEM, basato sulle materie e frammentato, fa sì che gli insegnanti (in particolare a livello secondario) siano esperti solo nel loro campo. Gli insegnanti devono quindi essere in grado di collaborare in modo significativo per costruire lezioni STE(A)M che siano utili agli studenti e che esplorino tutti gli argomenti inclusi in modo significativo (evitando così il "tokenismo" delle materie, in cui una o più materie sono utilizzate solo per promuoverne un'altra). Per ovviare alla loro mancanza di competenze in campi specifici, gli insegnanti cercano opportunità di sviluppo professionale e di accesso alle risorse fornite da altri soggetti interessati. Un'altra osservazione chiave emersa dal lavoro svolto con gli insegnanti del progetto pilota STE(A)M IT è che questa mancanza di competenze può portare a una diminuzione della fiducia degli insegnanti che tentano di integrare le tematiche STE(A)M.

2/ La mancanza di spazio e tempo per una collaborazione significativa: Gli insegnanti sono professionisti impegnati con molti vincoli istituzionali, come i requisiti curriculari, la valutazione degli studenti, i costi e i limiti di tempo che sembrano ostacolare una più ampia diffusione delle STE(A)M. In pratica, ciò significa che, per poter adottare l'insegnamento delle STE(A)M, gli insegnanti devono trovare il tempo e la motivazione per collaborare con i colleghi, che siano altri docenti della loro scuola, di altre scuole o esperti esterni.

Ministeri dell'istruzione (contesto istituzionale)

I ministeri dell'istruzione svolgono un ruolo fondamentale nel decidere come insegnare le materie STEM in classe, in quanto sviluppano i programmi di studio, assegnano le risorse alle scuole e reclutano gli insegnanti.



Anche in questo caso, si possono evidenziare alcune osservazioni chiave:

1/ Il complesso sforzo di integrare l'insegnamento delle STE(A)M attraverso l'adattamento del curriculum: Sebbene diversi ministeri dell'istruzione intraprendano riforme per l'integrazione delle STEM, esiste ancora un approccio a silos all'istruzione STEM, con una struttura basata sulla separazione tra discipline. Questo è un paradosso che rappresenta una sfida difficile per gli insegnanti che cercano di offrire l'apprendimento delle STE(A)M.

2/ La difficoltà di implementare alcune materie STEM: un altro paradosso di alcune iniziative di insegnamento integrato delle STEM è che alcune discipline STEM, in particolare l'ingegneria, non vengono spesso incorporate nonostante la progettazione ingegneristica (insieme all'apprendimento basato su progetti e alla robotica educativa) sia apparentemente considerata una buona opportunità per promuovere l'istruzione STEM. Questo rappresenta un ostacolo ancora maggiore se si vogliono incorporare altre materie al di fuori delle STEM.

3/ La necessità di un approccio sinergico all'istruzione STE(A)M: Inoltre, un aspetto intergruppo per i ministeri dell'istruzione che ostacola l'integrazione delle STE(A)M è la prospettiva che essa possa avere successo solo quando è stata garantita l'istituzione di ogni disciplina STE(A)M. Se è pur vero che ogni materia STE(A)M deve essere garantita, tuttavia si deve altresì riconoscere che il valore dell'insegnamento STE(A)M è maggiore della somma delle sue parti. Ogni argomento STE(A)M insegnato in maniera integrata rafforza le altre materie e può contribuire a garantirne l'applicazione.

Partner industriali

L'industria è un beneficiario chiave dell'insegnamento STE(A)M, nel senso che raccoglierà i frutti di una forza lavoro competente e dinamica in futuro.

Le osservazioni principali sono:

1/ Aumentare visibilità e collegamenti: il numero crescente di programmi di istruzione STE(A)M guidati dall'industria indica che c'è un interesse nello sviluppo delle conoscenze e delle competenze necessarie per la forza lavoro attraverso l'istruzione STE(A)M. Tuttavia, le opportunità di networking tra insegnanti e industria e la visibilità dei suddetti programmi sono ancora carenti e le informazioni cruciali sulle carriere STEM rimangono di difficile accesso per gli insegnanti.

2/ L'istruzione STE(A)M rispetto alle esigenze specifiche: esistono numerose opportunità per colmare il divario tra l'industria e l'istruzione che si realizzano instaurando una collaborazione tra l'industria e altre parti interessate e lo sviluppo e il finanziamento di programmi di istruzione STE(A)M. Tuttavia, c'è sempre il rischio di sviluppare iniziative che non si collegano sistematicamente al programma di studi, ma che sono invece allineate alla funzione principale del fornitore.



FORMAZIONE STE(A)M

L'analisi dello stato attuale dell'istruzione STE(A)M ha evidenziato la necessità di risorse specifiche che possano aiutare gli insegnanti a implementare l'insegnamento delle STE(A)M, a colmare il divario tra l'istruzione STE(A)M e l'industria e a supportare i decisori politici nella creazione di un contesto politico che faciliti l'istruzione STE(A)M.

Queste risorse sono state progettate per integrare tutti gli elementi e i requisiti fondamentali identificati attraverso il processo di ricerca e sono fornite di seguito con dettagli descrittivi e indicazioni.

Le risorse e gli asset creati dal progetto STE(A)M IT sono stati integrati nella piattaforma **Scientix** per garantire la più ampia portata possibile e per contribuire nel lungo periodo al panorama educativo europeo.

Risorse didattiche

Scenario didattico

Lo scenario modello per l'apprendimento integrato delle STE(A)M IT è il fulcro dell'insegnamento STE(A)M. Tale modello può essere facilmente adattato dagli insegnanti nelle loro lezioni ed è stato ampiamente utilizzato nei corsi STE(A)M IT (corsi online sulle STEM integrate aperti a tutti), descritti infra, nella sezione sullo sviluppo professionale continuo.

Il modello principale comprende un elenco esaustivo di sezioni comuni alla maggior parte degli scenari di apprendimento e dei piani di lezione, come il titolo e il sommario, gli argomenti e gli scopi della lezione, gli obiettivi di apprendimento, gli strumenti (online e offline) e l'età degli studenti per i quali è stato progettato.

Sulla base delle osservazioni fatte nella sezione precedente, una caratteristica unica dello scenario di apprendimento STE(A)M IT è la sezione dedicata alle domande ispirate alla vita reale che gli insegnanti scelgono di affrontare (ad esempio, domande relative all'ambiente, alla scienza, alle questioni sociali e al motivo per cui tali tematiche specifiche sono importanti), alle competenze del XXI secolo, alle professioni e alle carriere STE(A)M che saranno introdotte.



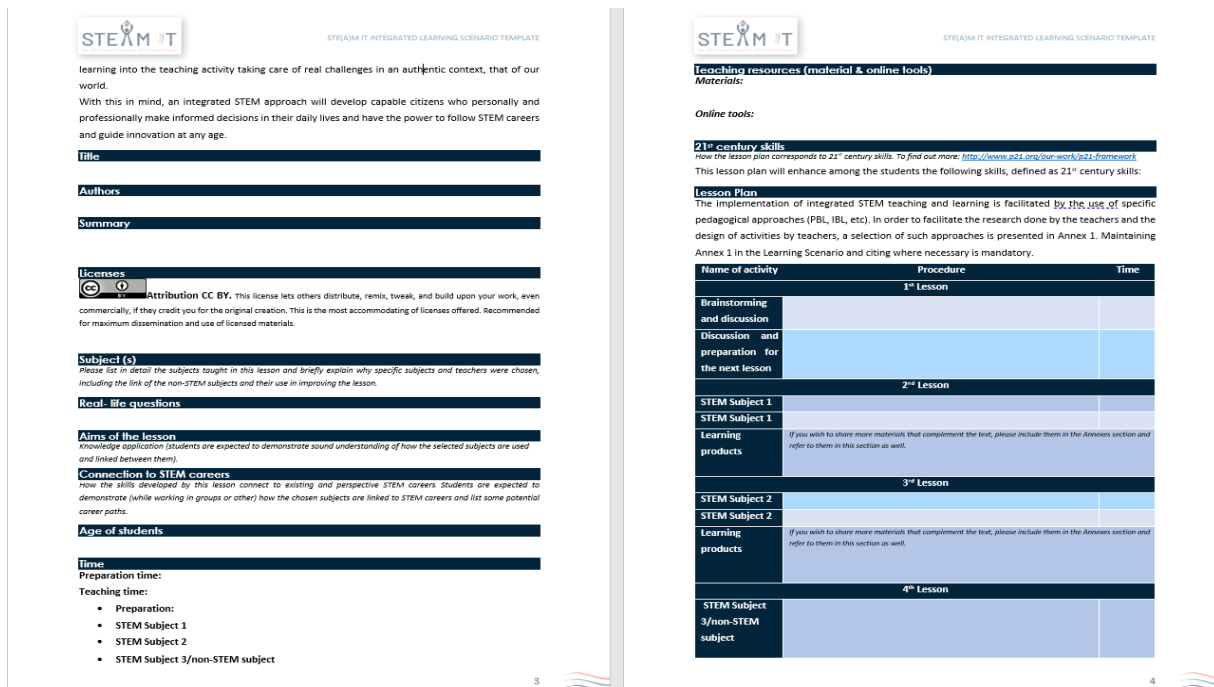




Figura 1 - Il modello di scenario di apprendimento integrato STE(A)M IT master learning

La tabella delle attività vuole essere esaustiva e replicabile; pertanto dovrebbe includere tutte le sezioni e i dettagli necessari affinché le attività siano chiare, i processi facilmente replicabili e il contenuto adattabile alle esigenze degli insegnanti e delle classi. La Figura 2 mostra un esempio di tabella delle attività e del livello di dettaglio richiesto. Dopo l'implementazione, lo scenario di apprendimento dovrebbe essere ampliato per includere il materiale e i prodotti creati dagli studenti e i risultati della valutazione della lezione da parte degli studenti, per aiutare a migliorarla e guidare altri insegnanti che potrebbero voler replicare la lezione.



 Integrated STE(A)M IT Learning Scenario: Catapults as a working machine in STEM lessons and as a war machine in History		
Name of activity	Procedure	Time
Learning products	At the end of the lessons we are going to have the following learning products: <ul style="list-style-type: none"> • 2 tables of experimental data of axes x and y about horizontal projectile motion (these products are going to be used in the lesson of mathematics for linearization and in the lesson of IT for using online tools of making a graph) • Experimental data for the initial velocity and the dependence • 4 presentations and explanations about their experimental data from projectile motions in different cases. • The students completed their worksheets with all experimental data in different cases 	
3rd Lesson		
STEM Subject 2	Informatics Technology	45'
Data analysis	Use data extracted from Physics Experiment to plot graphs. Evaluate the software / online tool used.	45'
Procedure	The students are divided in three (3) working groups. Each group uses a specific open source software/online tool for plotting graphs.	5'
	Group 1 will use GeoGebra (Annex 2, Online Tools), Group 2 will use Google Spreadsheets (Annex 2, Online Tools) and Group 3 will use Graph 4.4.2 (Annex 2, Open Source Software).	10'
	The teacher gives Instructions and guidelines to each team about their task.	
	The students are not familiar with the software/online tools mentioned above. Therefore, they will have to explore and experiment with the software /online tools <u>in order to</u> learn how to plot graphs. During this process, the teacher monitors each group and offers help and guidance. The students can use the internet to look for help e.g. video tutorials on YouTube. The purpose is for the students to feel confident to learn by themselves how to use a software / online tool.	20'
		20'

15

 Integrated STE(A)M IT Learning Scenario: Catapults as a working machine in STEM lessons and as a war machine in History		
Name of activity	Procedure	Time
	After the experimentation and learning of the software / online tool, the teacher asks the students to use the data which they recorded from their Physics Lesson experiment and plot a graph.	15'
	Each group will prepare a short presentation for evaluating the software / online tool they used and presenting the graph they created. In the presentation, each group should include the difficulties they encountered in learning and using the software / online tool, advantages and/or disadvantages and whether they would recommend it or not.	10'
	Presentations of their work and final discussion.	
Learning products	The students plotted graphs (quadratic and Linear expression) using Google Spreadsheets (Annex 2, Graphs, Graphs 1). The students plotted graphs (quadratic and Linear expression) using GeoGebra (Annex 2, Graphs, Graphs 2). The students plotted graphs (quadratic and Linear expression) using Graph 4.4.2 (Annex 2, Graphs, Graphs 3.) Each working group evaluated the software / online tool they used and prepared a presentation.	
4th Lesson		
STEM Subject 3	Mathematics	90'

16

Figura 2 - Schema completo dello scenario di apprendimento STE(A)M IT master

Infine, lo scenario modello per l'apprendimento integrato "STE(A)M IT" ha una sezione dedicata agli allegati. Il primo allegato descrive gli approcci pedagogici più appropriati per la lezione, mentre il secondo allegato dovrebbe essere utilizzato per presentare linee guida aggiuntive, schede di valutazione, presentazioni, grafici e tabelle, testi e immagini e qualsiasi altro elemento utile come punto di riferimento.

- Scaricate il master learning scenario qui: https://bit.ly/STEAMIT_MasterLS

Archivio informatico STE(A)M di scenari di apprendimento integrati

Come punto di partenza e fonte di ispirazione per gli insegnanti interessati a implementare lezioni STE(A)M, il framework offre una selezione di scenari di apprendimento integrati, creati con e dagli insegnanti, da utilizzare o adattare in classe. Gli scenari di apprendimento, i loro argomenti e la materia che integrano sono illustrati nelle tabelle seguenti (la tabella 2 delinea il livello della scuola primaria e la tabella 3 quello della secondaria).

- Cliccare sul seguente link per visualizzare gli scenari di apprendimento pilota: <https://steamit.eun.org/category/integrated-stem-learning-scenarios/>



Nelle note a piè di pagina si trovano anche i link per accedere direttamente alle risorse. Gli scenari di apprendimento sono inoltre scaricabili dal repository delle risorse di Scientix¹¹.

Naturalmente, la selezione dei temi e degli argomenti varia in modo significativo tra gli ordini di scuola. Mentre gli studenti della scuola secondaria possono esplorare argomenti complessi e sperimentare attività elaborate, le attività della scuola primaria si prestano a risultati più basati sulla creatività. La selezione fornita dimostra che numerose materie possono essere integrate a entrambi i livelli e che le sfide e i temi del mondo reale sono comuni a entrambi.

Nel primo ciclo di istruzione, la sostenibilità offre una ricca fonte di sperimentazione e un argomento di riferimento per gli studenti. Ci sono tuttavia differenze significative nell'approccio dei vari scenari di apprendimento, con focus su ecologia, riciclaggio, ritenzione idrica e spazi abitativi sostenibili. Ogni scenario di apprendimento comprende fino a cinque materie diverse e l'età degli studenti va dagli 8 agli 11 anni.

Tabella 1 - Scenari di apprendimento integrato STE(A)M IT nella scuola primaria

Titolo	Soggetto 1	Soggetto 2	Soggetto 3	Soggetto 4	Soggetto 5
Insieme possiamo fare la differenza (ambiente)¹²	Matematica	Fisica	Scienze naturali	Arte	Lingua
Il sistema solare e la Terra: dove potrebbe vivere l'uomo? (spazio/ambiente)	Matematica	Scienza	Tecnologia	Arte	Lingua
Salviamo il nostro pianeta (ambiente)	Matematica	Arte	Tecnologia	Fisica	-
Una goccia d'acqua fa la differenza (ambiente)	Scienze naturali	Matematica	Arte	Musica	Cittadinanza

Nel secondo ciclo, le capacità analitiche più sviluppate consentono agli studenti di esplorare una gamma più ampia di argomenti, tra cui le azioni di protezione ambientale (riciclaggio, prevenzione dell'acidificazione degli oceani, ecc.), il consumo energetico, la scienza dei materiali e la costruzione di macchine. In ogni scenario di apprendimento sono integrate fino a sei materie.

¹¹ <http://www.scientix.eu/resources>

¹² <http://steamit.eun.org/together-we-can-make-a-difference-environment/>



Tabella 2 - Scenari di apprendimento integrato STE(A)M IT nell'istruzione secondaria

Titolo	Soggetto 1	Soggetto 2	Soggetto 3	Soggetto 4	Soggetto 5	Soggetto 6
Il grafene, miracoloso materiale del XXI secolo	TIC	Fisica	Chimica	Inglese	-	-
Catapulte in STEM e uso storico	Matematica	Fisica	TIC	Sport	La storia	
Più luce, meno illuminazione	Matematica	Fisica	Chimica	Biologia	Storia dell'arte	Design d'arte
L'acidificazione degli oceani e la sua influenza sulla dissoluzione del carbonato di calcio	Geologia	Fisica	Biologia	Chimica	Filosofia	-
Illuminare le case del futuro	Matematica	Fisica	Tecnologia	Arte	-	-
Inquinamento ed effetto serra	Biologia	Fisica	Chimica	Arte	Letteratura	Scienze sociali
Risorse energetiche delle famiglia	Matematica	Fisica	Chimica	-	-	-

Linee guida per gli insegnanti. Come superare le barriere nell'implementazione dell'insegnamento/apprendimento STE(A)M

L'utilizzo dei materiali nella pratica e lo svolgimento delle attività STE(A)M hanno dato luogo ad alcuni problemi, che gli insegnanti si sono trovati ad affrontare, in particolare, nel portare il materiale in classe, nel presentarlo agli studenti e nel progettare il proprio materiale didattico STE(A)M. Di conseguenza, abbiamo elaborato alcune linee guida che valutano le sfide affrontate e forniscono suggerimenti per superarle, consentendo così agli insegnanti di sentirsi più sicuri nell'implementazione e nella creazione di risorse.

I dati a sostegno della valutazione sono stati raccolti attraverso le attività pilota delle scuole STE(A)M IT, i sondaggi pre e post implementazione, le interviste agli insegnanti pilota e le narrazioni degli



insegnanti che hanno partecipato alle competizioni STE(A)M IT durante le campagne Scientix STEM Discovery 2021 e 2022.

Per garantire che le linee guida possano essere d'aiuto agli insegnanti e al contempo avere un valore accademico per i ricercatori che desiderano approfondire il tema dell'insegnamento delle STE(A)M, tale strumento è stato redatto dall'*Istituto nazionale per la documentazione, l'innovazione e la ricerca educativa* (INDIRE) in collaborazione con l'*Università di Cipro*.

- **Le linee guida per gli insegnanti sono disponibili qui:**
<https://www.indire.it/progetto/progetto-steam-it-an-integrated-stem-approach/>
- **Il blog della Campagna STEM Discovery, che include il racconto degli insegnanti che hanno implementato gli scenari di apprendimento STE(A)M IT nelle loro classi e creato ulteriori scenari di apprendimento è consultabile qui:** <https://sdw-blog.eun.org/>

Per saperne di più: Quadro di riferimento per la riforma dei curricula STEM

Quale punto di collegamento strategico tra i bisogni accertati e l'offerta formativa, il quadro di riferimento per la riforma dei curricula STEM¹³, sviluppato dal progetto CHOICE¹⁴, può essere fonte di ispirazione per le parti interessate che sono direttamente coinvolte nell'ulteriore sviluppo e nelle applicazioni della pedagogia STE(A)M. Il quadro delinea le principali sfide legate all'insegnamento e all'apprendimento delle STEM e le potenziali strategie per affrontarle.

Il quadro di riferimento è stato progettato nell'ambito di cinque macroaree (cfr. Tabella 3).

Tabella 3 - Elenco delle macroaree

Macroarea 1	Collegare STEM e arte
Macroarea 2	Progetti esperienziali
Macroarea 3	Maggiore attenzione alle lingue nelle lezioni di scienze e matematica
Macroarea 4	Tecnologia nelle scienze sociali
Macroarea 5	Lo sport nell'educazione STEM

Il quadro di riferimento è un documento strategico e contiene sia le aree intercettate come più bisognose di miglioramento sia i suggerimenti per i principali argomenti da affrontare attraverso approcci pedagogici interdisciplinari e creativi nelle STE(A)M.

¹³ https://www.euchoice.eu/files/ugd/6c0a6f_f71673b89fae4baab73030ab957865e6.pdf

¹⁴ <https://www.euchoice.eu/>





Needs identified	Desired competences	Learning objectives	Possible approaches / methodologies, examples of possible activities	Related Macro-area(s)	Examples of good practice from CHOICE
TEACHERS					
Support in ICT use	Digital skills and competences	Be able to use digital technologies, means and tools in STEM/STE(A)M T&L	Use of different IT tools in teaching; Coding, graphic design training etc.	All, especially 4	Courses for teachers on how to teach ICT Google Coding Education Tool
Teaching STEM in a foreign language	Linguistic skills, presentation and argumentation skills	Become able to use foreign languages as a teaching tool, understanding, oral and written reproduction	CLIL teacher training, teaching in a foreign language, dual language lessons, translation of texts related to STEM;	All, especially 3	Example: A project by High School Benedetto Croce (Italy) offers 6h of Maths lessons in English, combined with lab time and use of technologies such as 3D print, sensors, etc. through a DIY approach (p.13 SoA report)
Exchange among teachers (peer exchange)	Communication, collaboration, co-creation	Be able to share knowledge and experience with peers in order to develop and apply innovative teaching methodologies	Round-table discussion, focus group, co-creation; co-production of education resources	All	CHOICE D&D workshops

Figura 3 - Estratto della tabella riassuntiva sullo sviluppo di risorse educative aperte (insegnanti) (Fonte: https://www.euchoice.eu/files/ugd/6c0a6f_f71673b89fae4baab73030ab957865e6.pdf)



Risorse per lo sviluppo professionale continuo

Corsi online

Per sostenere gli insegnanti che desiderano scoprire l'insegnamento delle STE(A)M, il framework STE(A)M IT offre due corsi online aperti su larga scala (MOOC), disponibili sulla European Schoolnet Academy (EUNA). I corsi sono pensati per gli insegnanti della scuola primaria e secondaria e servono a introdurre all'educazione STEM integrata gli insegnanti di tutti i livelli con poca o nessuna esperienza nel settore. Tali corsi coprono le basi dell'integrazione STE(A)M e gli approcci pedagogici che la supportano, oltre a mettere a disposizione degli utenti attività e risorse.

I corsi si sono svolti alla fine del 2020 e alla fine del 2021, ma sono stati resi permanente disponibili dalla European Schoolnet Academy e sono dunque accessibili agli insegnanti interessati ad ampliare o rivisitare le loro conoscenze sull'integrazione STE(A)M (senza attività e certificazioni simultanee, che erano disponibili solo nei corsi originali di 5 settimane).

I corsi sono pensati principalmente per gli insegnanti e sono offerti solo in inglese, ma qualsiasi organizzazione educativa, istituto di formazione o ministero dell'Istruzione può scaricarli, modificarli, tradurli o riformattarli per adattarli alle proprie esigenze.

Entrambi i corsi sono composti da quattro moduli, illustrati nella tabella seguente:

Tabella 4 - Struttura dei corsi di insegnamento integrati STE(A)M

Modulo	Titolo
1	Introduzione all'insegnamento integrato delle materie STEM e alle relative pedagogie
2	Le materie STEM e il modo in cui le carriere STEM sono contestualizzate a scuola
3	Esempi di scenari integrati di insegnamento e apprendimento STEM
4	Creare lo scenario di apprendimento e la valutazione tra pari

Il **Modulo 1** definisce l'insegnamento STEM integrato e le modalità di "STE(A)M IT". Vengono delineate le principali pedagogie che possono essere applicate durante l'implementazione di lezioni STE(A)M per aiutare i partecipanti a familiarizzare con il modello di scenario didattico principale.

Il **modulo 2** è dedicato al modo in cui le carriere STEM vengono contestualizzate in classe e fornisce una panoramica dei percorsi di carriera STEM, delle opportunità e delle sfide nel portare la consapevolezza delle carriere in classe.

Il **modulo 3** presenta l'archivio di scenari di apprendimento per l'insegnamento integrato delle STEM creati e testati dagli insegnanti pilota di STE(A)M IT. Quattro scenari di apprendimento sono rivolti agli insegnanti della scuola primaria e sette agli insegnanti della scuola secondaria, fornendo idee ed esempi pratici per l'implementazione e l'adattamento. Ogni scenario di apprendimento è integrato da un video degli autori che spiegano come hanno collaborato in team, come hanno lavorato allo scenario di apprendimento, come lo hanno testato con i loro studenti e come gli studenti hanno reagito.



Il modulo 4 guida i partecipanti attraverso il processo di creazione dei propri scenari di apprendimento STEM integrati (l'edizione originale del MOOC includeva anche un processo di valutazione tra pari che può essere replicato dagli insegnanti mentre co-creano risorse con i loro colleghi).

- **Accedi al corso di insegnamento integrato STEM per la scuola primaria qui:**
https://bit.ly/STEAMIT_MOOC_Primary
- **Accedi al corso di insegnamento integrato STEM per la scuola secondaria di primo e secondo grado:** https://bit.ly/STEAMIT_MOOC_Secondary

Risorse per promuovere le carriere STEM

Come descritto nelle sezioni precedenti (vd. .

utilizzare lo STE(A)M IT Framework?), la promozione delle carriere STEM offre l'opportunità di sostenere l'insegnamento STE(A)M e aiuta a coinvolgere gli studenti nelle materie STEM offrendo loro interessanti prospettive di carriera. Pertanto, le carriere STEM sono introdotte in due modi distinti attraverso l'approccio STE(A)M IT: in primo luogo attraverso scenari di apprendimento in classe e in secondo luogo aiutando gli insegnanti a sviluppare competenze di orientamento professionale.

Il repository dei profili professionali STEM

Per dare visibilità alle carriere STEM e aumentare la consapevolezza delle competenze necessarie per perseguirle, il framework STE(A)M IT offre un archivio di profili professionali STEM che illustra le prospettive di carriera e presenta gli esperti STEM.

Il "repository dei profili professionali STEM" supporta gli insegnanti e i consulenti di carriera nella loro missione di promuovere la consapevolezza delle carriere STEM tra gli studenti attraverso una raccolta di schede di carriera, interviste video ed episodi podcast. La scheda di carriera è un documento scritto che presenta in maniera esauriente il lavoro dell'esperto, la sua esperienza personale, il suo percorso di formazione STEM e le competenze necessarie per svolgere il suo lavoro. Questo documento può essere consultato dagli studenti in gruppo o da soli, in classe o come compito a casa. L'intervista video e l'episodio podcast presentano componenti simili in un formato più sintetico e offrono un'esperienza più dinamica che può essere utilizzata in classe.

L'archivio è molto utile per supportare gli insegnanti nella contestualizzazione delle materie STEM. Con la guida dell'insegnante, gli studenti possono utilizzare le schede di carriera per avviare un processo di introspezione, collegare le conoscenze STEM al mercato del lavoro e familiarizzare con opportunità di carriera che altrimenti non avrebbero considerato. L'archivio può essere utilizzato anche da altre parti interessate a scopo di sensibilizzazione e per condividere informazioni e materiali relativi alle professioni STEM.

Nelle *Linee guida su come presentare i lavori STEM in classe*, forniamo suggerimenti su come integrare il tema delle carriere STEM utilizzando schede di carriera, interviste video, podcast e attraverso attività e suggerimenti di follow-up. Per agevolare la consultazione del materiale da parte



degli insegnanti, che potrebbero avere poco tempo per leggere lunghi documenti, abbiamo creato e pubblicato una versione abbreviata delle linee guida intitolata *Come utilizzare l'archivio dei profili dei lavori STEM*¹⁵, che riassume i punti chiave e gli strumenti pratici disponibili nel documento completo.

Ciascuno degli 11 scenari di apprendimento pubblicati sui siti web di STE(A)M IT e Scientix è collegato a tre profili professionali pertinenti al tema dello scenario. L'obiettivo è far sì che i membri della comunità abbiano accesso immediato a un kit completo di strumenti composto da uno scenario di apprendimento, tre profili professionali e podcast, in modo da avere subito a disposizione il materiale di base necessario per il proprio scenario di apprendimento.

- **Esplora l'archivio STE(A)M IT dei profili professionali STEM:**
<http://steamit.eun.org/category/stem-careers/>
- **Linee guida per presentare i lavori STEM in classe:** <http://steamit.eun.org/guidelines-on-how-to-present-stem-jobs-in-classrooms/> o sul sito di Indire <https://www.indire.it/progetto/progetto-steam-it-an-integrated-stem-approach/>

Importanza di promuovere le carriere STEM

Per facilitare la contestualizzazione dell'istruzione STEM, il modello di scenario di apprendimento principale è stato redatto in modo da includere una sezione con attività incentrate sui profili professionali STEM. Nel selezionare le attività, gli strumenti e i materiali da utilizzare in classe, si consiglia agli insegnanti di considerare quali profili professionali STEM presenteranno ai loro studenti per contestualizzare meglio gli obiettivi dello scenario di apprendimento e collegarli alle competenze STEM pertinenti.

Ciascuno degli scenari didattici disponibili attraverso il repository degli scenari didattici pilota include profili professionali e attività STEM. Ad esempio, lo scenario di apprendimento per la scuola secondaria "Insieme, possiamo fare la differenza", incentrato sulla conservazione dell'ambiente e sulla riduzione dell'inquinamento atmosferico e oceanico, introduce una serie di opzioni di carriera, come biologo marino, modellatore del clima atmosferico, fisico e geografo.

La rete di consulenti per l'orientamento professionale STE(A)M

Poiché compete sempre di più agli insegnanti il compito di offrire consulenza professionale ai loro studenti, il quadro STE(A)M IT include la prima rete di consulenti professionali (CAN) del suo genere.

I membri della rete beneficiano del supporto di STE(A)M IT e STEM Alliance¹⁶ per svolgere la loro funzione di ponte tra studenti e industria. In termini pratici, ai membri viene offerta una formazione per sviluppare le capacità di comunicazione scientifica, le pratiche organizzative e pedagogiche, nonché per rafforzare le capacità di networking. Gli insegnanti ricevono inoltre conoscenze all'avanguardia sulle carriere STEM attuali e future direttamente dai principali partner industriali.

Al termine del progetto STE(A)M IT, la rete di consulenti di carriera diventerà parte dei servizi di Scientix, perseguendo così la sua missione di promuovere le carriere STEM presso le future generazioni di studenti.

¹⁵ [Link alla versione abbreviata: XX](#)

¹⁶ [Home](#) | [Alleanza per le STEM](#)



Networking e visibilità

I consulenti di carriera (CA) possono beneficiare di scambi e collaborazioni con altri consulenti ed educatori in tutta la rete paneuropea partecipando a eventi di networking, workshop di co-creazione e incontri informali online. Gli eventi mirati in collaborazione con STEM Alliance consentono ai CA STE(A)M IT di prendere contatto con professionisti del settore STEM che cercano di sviluppare nuove collaborazioni e di acquisire conoscenze pratiche sulle professioni STEM. Inoltre, i profili dei consulenti di carriera sono pubblicati sulla pagina della rete, e tutti i membri della rete ricevono un badge per promuovere la partecipazione alla rete attraverso i social e gli altri canali di comunicazione. Per alimentare il senso di appartenenza e incoraggiare la partecipazione dei membri, i CA possono migliorare le loro qualifiche sia all'interno che all'esterno della rete contribuendo alle attività della rete CAN (Career Advisers Network) e quindi ottenendo il titolo di "mentore CAN" (con un nuovo badge). Attraverso la cooperazione, il mentoring e l'avvio delle attività stesse, la rete è guidata dai suoi membri e si espande continuamente.

Formazione

Per supportare i membri della rete nelle loro attività quotidiane, i consulenti di carriera partecipano a workshop di formazione sulle competenze di comunicazione, di programmazione e sulla pedagogia (eventi riservati ai membri della rete) e ricevono frequenti aggiornamenti su come utilizzare il repository dei lavori STEM nel loro insegnamento.

Tuttavia, poiché le competenze pratiche dei consulenti sono solo una parte dell'equazione, i CA hanno anche l'opportunità di ampliare la loro conoscenza delle professioni e delle opportunità di carriera in ambito STEM e di approfondire le competenze necessarie per perseguirli. Poiché queste conoscenze di base devono essere aggiornate regolarmente per riflettere le esigenze in continua evoluzione del settore, i consulenti possono partecipare ai webinar organizzati in collaborazione con STEM Alliance per ascoltare direttamente i partner del settore che forniscono informazioni aggiornate, offrono una visione del futuro dei lavori STEM e danno anche consigli pratici su come entrare in contatto con i professionisti STEM e coinvolgerli attivamente.

Infine, gli insegnanti che non fanno parte della rete (o quelli che desiderano farne parte, dato che il CAN è aperto a tutti coloro che sono interessati all'orientamento professionale STE(A)M) possono approfondire le buone pratiche di orientamento professionale con la lettura del **Manuale per consulenti di carriera**, pubblicato alla fine del 2022. Questo manuale offre teoria sull'orientamento professionale, consigli e buone pratiche, nonché una serie di esempi e strumenti su come introdurre i lavori STEM in classe e motivare con successo gli studenti a intraprendere una carriera nelle STEM. Il manuale è stato creato dagli stessi membri della rete sotto la supervisione dello staff pedagogico di STE(A)M IT.

- Scopri i membri e unisciti alla rete qui: <https://steamit.eun.org/career-advisers-network/>
- **Leggi i consigli dell'industria per coinvolgere i professionisti STEM:**
[http://files.eun.org/scientix/STE\(A\)M-IT-SA-CAN-Advice-from-Industry.pdf](http://files.eun.org/scientix/STE(A)M-IT-SA-CAN-Advice-from-Industry.pdf)
- **Consulta il Manuale e le linee guida per includere le attività di orientamento**
<https://www.indire.it/progetto/progetto-steam-it-an-integrated-stem-approach/>



Approfondisci: quadro di competenze per gli educatori STE(A)M

Le strategie basate sulle competenze offrono flessibilità e opportunità di apprendimento personalizzate, ottenendo un maggiore coinvolgimento dei discenti, grazie alla scelta accurata di contenuti significativi e adattati alle esigenze specifiche di ognuno di essi. Inoltre, questo metodo permette agli studenti di acquisire al proprio ritmo le competenze che ritengono più impegnative, sulle quali potranno esercitarsi con tempi distesi, e di passare rapidamente ad altre competenze in cui sono più abili. Il quadro di competenze STE(A)M per gli educatori¹⁷, sviluppato dal progetto STE(A)MonEDU¹⁸, ha due obiettivi principali:

Il primo è quello di essere uno strumento di autovalutazione di facile utilizzo per gli educatori, che permette di identificare le competenze specifiche da migliorare. Gli educatori traggono vantaggio dall'uso di strumenti di autovalutazione e di riflessione che possono aiutarli a valutare le loro convinzioni e ipotesi fondamentali sull'apprendimento, sugli studenti e sull'insegnamento, nonché le differenze tra le loro percezioni della pratica e quelle degli studenti in classe.

Il secondo obiettivo del quadro di competenze STE(A)M per gli educatori è quello di sostenere lo sviluppo professionale degli educatori STE(A)M fornendo una guida per la formulazione dei risultati di apprendimento per i programmi di formazione specifici e offrendo uno strumento di valutazione per i programmi di formazione incentrati sulle STE(A)M.



Figura 3 - Panoramica del quadro delle competenze per gli educatori STE(A)M (Fonte: <https://steamonedu.eu/wp-content/uploads/2022/01/D8.2-STEAM-educator-competence-framework-and-profile.pdf>)

¹⁷ <https://steamonedu.eu/wp-content/uploads/2022/01/D8.2-STEAM-educator-competence-framework-and-profile.pdf>

¹⁸ <https://steamonedu.eu/>



CONSIGLI PER GLI STAKEHOLDERS

In questa sezione finale, presentiamo alcuni consigli chiave che possono aiutare i soggetti interessati a sostenere l'integrazione delle materie STE(A)M. Che sia in classe, a scuola, a livello decisionale o nel mondo professionale, tutti potranno trovare indicazioni utili in questa sezione.

L'elenco dei consigli non è esaustivo e pertanto invitiamo gli interessati a esplorare anche in autonomia tutte le soluzioni per l'integrazione delle STE(A)M, a trovare nuove idee e a essere creativi per supportare e implementare l'insegnamento delle STE(A)M.

Educatori

- **Utilizzare strumenti e risorse tecnologiche che favoriscono l'integrazione delle STE(A)M:** Gli insegnanti dovrebbero utilizzare il materiale fornito all'interno del quadro, gli scenari di apprendimento e le attività da svolgersi con i professionisti STEM del settore. Nell'era digitale, l'uso dell'apprendimento misto è diventato obbligatorio per dotare gli studenti delle competenze del XXI secolo. Pertanto, il passaggio tra esperienze di apprendimento pratico e digitale favorirà l'arricchimento dei percorsi di apprendimento degli studenti e aiuterà a raggiungere i risultati di apprendimento desiderati. Infine, anche se inizialmente sono state percepite come un ostacolo all'insegnamento, le attività di apprendimento a distanza imposte dalle restrizioni del COVID-19 dovrebbero essere viste come un'opportunità per superare la distanza e realizzare con successo attività precedentemente impegnative. La difficoltà di organizzare una visita con un professionista STEM può essere ora ovviata grazie agli strumenti di web conferencing.
- **Stabilire una buona collaborazione con i colleghi:** Un prerequisito fondamentale per l'integrazione delle STE(A)M è la collaborazione tra insegnanti nella progettazione e nell'implementazione di scenari di apprendimento STE(A)M. La collaborazione tra colleghi è condizione necessaria per superare l'approccio a silos attualmente dominante, soprattutto nell'istruzione secondaria, e che costituisce una barriera cruciale all'integrazione delle STE(A)M. Gli insegnanti dovrebbero utilizzare le linee guida fornite nel framework per superare le barriere, trovandovi spunti per organizzarsi in maniera proficua con i colleghi e aiutarli a progettare attività collaborative che supportino l'integrazione delle STE(A)M. Inoltre, le iniziative individuali che dimostrano il successo della collaborazione tra insegnanti nella progettazione e nell'implementazione di scenari di apprendimento STE(A)M possono gettare le basi per un'adozione su larga scala dell'integrazione STE(A)M a livello scolastico e fornire esempi di buone pratiche a cui ispirarsi e da trasferire.
- **Partecipare e contribuire alle comunità di pratica degli insegnanti:** il feedback e il sostegno dei colleghi sono risorse fondamentali nello sforzo iniziale di ogni insegnante che voglia orientarsi nell'educazione STE(A)M, comprendere il potenziale di tale integrazione e scegliere le traiettorie che meglio si adattano alle sue esigenze e ai suoi desideri di educatore. In pratica, le reti tra pari di insegnanti impegnati nell'educazione STE(A)M agiranno come comunità di pratiche e catalizzatori per l'integrazione STE(A)M. Tali reti possono essere facilmente organizzate utilizzando piattaforme e risorse online e forniscono un'opportunità di scambio e di supporto tra pari.



Dirigenti scolastici

La dirigenza scolastica, e i capi d'istituto in particolare, hanno un ruolo significativo da svolgere nell'integrazione dell'apprendimento e dell'insegnamento STE(A)M.

- **Promuovere un ambiente scolastico solidale e collaborativo:** i dirigenti scolastici hanno la capacità di promuovere una cultura scolastica aperta e innovativa che supporti l'introduzione di nuovi approcci pedagogici; possono favorire lo sviluppo di una cultura collaborativa all'interno della scuola e adottare misure pratico-organizzative che favoriscano il peer-coaching tra gli insegnanti interessati a introdurre l'apprendimento integrato STE(A)M.
- **Creare un ambiente favorevole all'integrazione delle STE(A)M:** i dirigenti scolastici dovrebbero ripensare l'organizzazione e la gestione del tempo-scuola e cercare di trovare il miglior equilibrio tra struttura e flessibilità nei programmi giornalieri, settimanali e annuali all'interno delle scuole, per dare l'opportunità agli insegnanti di lavorare insieme alla progettazione e all'attuazione di un piano delle lezioni che sia funzionale all'integrazione delle STE(A)M. Inoltre, le amministrazioni scolastiche dovrebbero cercare di estendere l'ambiente favorevole all'integrazione delle STE(A)M all'ambiente scolastico attraverso strategie come i Living Labs¹⁹ e l'Open Schooling²⁰, costruendo sinergie durature e hub ecosistemici con le comunità e con le altre scuole.
- **Promuovere progetti scolastici a lungo termine:** I progetti scolastici di lunga durata hanno maggiori probabilità di promuovere l'integrazione delle STE(A)M. I dirigenti scolastici dovrebbero incoraggiare gli insegnanti a ideare e realizzare tali progetti, incoraggiandoli a lavorare in gruppo. Inoltre, ogni nuova iniziativa dovrebbe basarsi sull'esperienza acquisita con i progetti precedenti. Inoltre, l'apprendimento basato su progetti in ogni scuola può sfruttare la prospettiva delle progressioni di apprendimento, che sono progettate per consentire l'accumulo di conoscenze e competenze degli studenti in argomenti specifici del curriculum attraverso diversi gradi.

Ministeri dell'istruzione (MoEs)

Situazioni didattiche di emergenza come quelle vissute durante la pandemia COVID-19 evidenziano che il successo di metodologie innovative e potenzialmente trasformative come l'insegnamento STE(A)M si basa sulla disponibilità, sulla flessibilità e sull'adattabilità degli insegnanti. Tali qualità possono tuttavia di fatto essere ostacolate dalla scarsa alfabetizzazione tecnologica e dalle limitazioni nell'accesso alle attrezzature.

- **Fornire una formazione diversificata** su base ricorrente, per gli insegnanti in servizio e pre-servizio, su come progettare e implementare l'insegnamento delle STE(A)M.

¹⁹ <https://enoll.org/>

²⁰ <https://www.openschools.eu/>



- **Facilitare l'inclusione dell'insegnamento delle STE(A)M nei programmi di studio esistenti:** contribuire all'integrazione dell'insegnamento delle STE(A)M includendolo nei programmi di studio formalmente o come parte delle pedagogie suggerite che gli insegnanti sono incoraggiati a esplorare e attuare, sia nella formazione pre-servizio che in quella in servizio.
- **Adattare i libri di testo scolastici e il materiale di supporto per gli insegnanti** per evidenziare i collegamenti interdisciplinari e includere suggerimenti di attività integrate (ad esempio, rivedere i libri di testo, riformare i materiali didattici previsti che dovrebbero essere trattati durante l'anno in base alle sovrapposizioni degli obiettivi di apprendimento e dei contenuti).
- **Facilitare lo scambio di buone pratiche di insegnamento e apprendimento STE(A)M** e la condivisione di esperienze e competenze tra gli insegnanti, promuovendo la creazione di comunità di pratiche a livello locale e nazionale. Un buon punto di partenza è la promozione e la diffusione del lavoro di coloro che adottano per primi l'integrazione delle STE(A)M e che possono fungere da mentori e motivatori per l'intera comunità scolastica.
- **Effettuare un'analisi del curriculum** a livello nazionale ed europeo per identificare lo stato attuale e il potenziale di integrazione delle STE(A)M. Sebbene la necessità di integrare le STE(A)M non possa essere messa in discussione, le condizioni attuali nella pratica scolastica quotidiana sono ancora in ritardo e possono risultare piuttosto scoraggianti per gli studenti, gli insegnanti e i responsabili politici. È necessaria un'analisi del curriculum per evidenziare l'attuale livello di integrazione delle STE(A)M e le opportunità di una maggiore integrazione, basata su cambiamenti su piccola scala facili da visualizzare e da attuare. Le attività piccole e realizzabili sono il primo passo verso un'adozione realistica dell'integrazione delle STE(A)M, poiché eliminano le sovrapposizioni inutili e sfruttano le sinergie esistenti tra le discipline STEM.

Industria

L'industria dovrebbe sforzarsi di sviluppare e mantenere legami con le scuole e la comunità educativa.

Ciò include ovviamente l'accesso a materiali e attrezzature, ma dovrebbe anche includere la partecipazione frequente a eventi e programmi di formazione che aumentino la consapevolezza delle attuali carriere STEM e dei nuovi campi di lavoro emergenti, e forniscano informazioni sui percorsi di studio e sulle competenze necessarie per perseguire tali carriere.

- **Individuare le competenze necessarie nei rispettivi settori e fornire indicazioni agli insegnanti STEM per aiutare gli studenti ad acquisire queste competenze specifiche.** Ciò può essere ottenuto fornendo informazioni sulle competenze e sugli studi richiesti attraverso eventi con professionisti che presentino un esempio pratico di carriera e offrendo modelli di ruolo che aiutino gli studenti a identificarsi con il tema e la carriera attraverso i profili professionali. Le competenze e le professioni sono sempre meglio introdotte a livello locale e personale, fornendo agli studenti percorsi di carriera realistici. Pertanto, le aziende dovrebbero cercare di raggiungere del territorio (ove possibile).



- **Fornire attrezzature e altri incentivi (come borse di studio)** agli studenti o facilitare l'introduzione di programmi extracurricolari per informare sulle professioni STEM, coinvolgendo, se possibile, gli ex alunni della scuola.
- **Rafforzare il senso di responsabilità dell'azienda.** Oltre a questioni importanti come il commercio etico o la trasparenza, occorre concentrarsi sulla riaffermazione della posizione dell'Europa come forza lavoro e potenza aziendale dopo la recessione e la fuga di cervelli dell'ultimo decennio. Questo obiettivo può essere raggiunto solo investendo attivamente nella ricerca e nella valorizzazione dei talenti.

Ricercatori

Poiché l'istruzione sta entrando in una nuova era, diventa imperativo fornire agli studenti soluzioni e metodologie adattabili che li aiutino a colmare le lacune cognitive e a sviluppare le competenze adeguate. Anche la ricerca avrà un ruolo da svolgere nell'approfondire il modo in cui l'integrazione delle STE(A)M contribuisce alle attuali esigenze educative e nel fornire strumenti e soluzioni che aiutino gli insegnanti a massimizzarne l'impatto.

- **Sviluppare e valutare un kit di strumenti per la valutazione e il supporto dell'istruzione STE(A)M:** Una sfida per l'adozione su larga scala dell'istruzione STE(A)M per tutti gli ordini di scuola è lo sviluppo di un kit di strumenti per la valutazione dell'istruzione STE(A)M. Si tratta di un compito complesso che richiede il riallineamento degli obiettivi e degli standard di apprendimento con le attività e i prodotti didattici. Considerando gli aspetti legati alla logistica e al tempo necessario per una valutazione completa delle risorse didattiche STE(A)M, un primo passo potrebbe essere quello di concentrarsi sui prodotti didattici delle risorse come indicatori di qualità dei risultati.
- **Fornire/sviluppare strumenti di valutazione per le STEM integrate:** Il kit di strumenti di valutazione appena suggerito potrebbe essere utilizzato per certificare le abilità e le competenze STEM integrate. Se adattato ulteriormente a contesti di apprendimento non formale e informale, creando così un ponte con i contesti di apprendimento formale, il toolkit sarebbe prezioso anche per la formazione professionale e l'apprendimento permanente. Nel complesso, una certificazione di questo tipo dovrebbe essere progettata per colmare il divario di abilità e competenze tra l'istruzione formale e le esigenze dell'industria STEM.
- **Indagare la relazione tra l'insegnamento/apprendimento delle STEM integrate e lo sviluppo delle competenze trasversali:** l'integrazione delle STE(A)M e il loro collegamento con le cosiddette "soft skills" influisce anche sul modo in cui tali materie vengono percepite e diffuse. Le soft skills, note anche come competenze trasversali, sono competenze applicabili e auspicabili per qualsiasi tipo di professione e sono profondamente legate all'occupabilità. Esse generalmente comprendono il pensiero critico, la risoluzione dei problemi, il parlare in pubblico, la scrittura professionale, il lavoro di squadra,



l'alfabetizzazione digitale, la leadership, l'atteggiamento professionale, l'etica del lavoro, la gestione della carriera e la comunicazione interculturale.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Barron, B. e Darling-Hammond, L. (2008). Insegnare per un apprendimento significativo: Una revisione della ricerca sull'apprendimento cooperativo e basato sull'indagine, in *Powerful Learning: What We Know About Teaching for Understanding*. Jossey-Bass/Wiley.
- Black, P. e Wiliam, D. (2009). Sviluppare la teoria della valutazione formativa. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability* (in precedenza: *Journal of Personnel Evaluation in Education*), 21(1), 5-31. <https://doi.org/10.1007/s11092-008-9068-5>
- Braund, M. e Reiss, M. (2006). Verso un curriculum scientifico più autentico: Il contributo dell'apprendimento extrascolastico. *International Journal of Science Education*, 28, 1373-1388. <http://dx.doi.org/10.1080/09500690500498419>
- Bulte, A. M. W., Westbroek, H. B., de Jong, O. & Pilot, A. (2006) A Research Approach to Designing Chemistry Education using Authentic Practices as Contexts. *International Journal of Science Education*, 28:9, 1063-1086. <https://doi.org/10.1080/09500690600702520>
- Bybee, R. W. (2011). Pratiche scientifiche e ingegneristiche nelle classi K-12. *Science Teacher*, 78(9), 34-40. https://static.nsta.org/ngss/resources/201112_Framework-Bybee.pdf
- Cenoz, J. (2013). L'influenza del bilinguismo sull'acquisizione della terza lingua: Focus sul multilinguismo. *Insegnamento delle lingue*, 46(1), 71-86. <https://doi.org/10.1017/S0261444811000218>
- Demirel, F. (2019). Il ruolo dell'educazione nella natura umana e nel futuro disegno umano secondo Edgar Morin. *New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences*, 6(6), 18-29. <https://doi.org/10.18844/prosoc.v6i6.4464>
- Dewey, J. (1966). *Democrazia e educazione: Introduzione alla filosofia dell'educazione*. Free Press.
- Dunning, P. J. H. (2000). *Il capitalismo globale alla deriva* (1a ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203186039>
- Gardner, P. (1994). Rappresentazioni del rapporto tra scienza e tecnologia nel curriculum. *Studi sull'educazione scientifica*, 24:1, 1-28. <https://doi.org/10.1080/03057269408560037>



- Gilbert, J.K. (2006). Sulla natura del "contesto" nell'educazione chimica. *International Journal of Science Education*, 28 (9), 958. <http://www.sciepub.com/reference/184736>
- Greeno, J. G., Collins, A. M., & Resnick, L. B. (1996). Cognizione e apprendimento. In: D. C. Berliner & R. C. Calfee (Eds.), *Handbook of educational psychology* (pp. 15-46). Macmillan Library Reference USA, Prentice Hall International.
- Jones, B. F., Rasmussen, C. M. e Moffitt, M. C. (1997). Risoluzione di problemi reali: Un approccio collaborativo all'apprendimento interdisciplinare. *Associazione psicologica americana*. <https://doi.org/10.1037/10266-000>
- Krajcik, J. S. e Blumenfeld, P. C. (2006). Apprendimento basato su progetti. In: Sawyer, R. K. (a cura di), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816833.020>
- Laur, D. e Ackers, J. (2017). *Sviluppare la curiosità naturale attraverso l'apprendimento basato su progetti: Five Strategies for the PreK-3 Classroom* (1a ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315528410>
- Levy, F. e Murnane, R. J. (2012). La nuova divisione del lavoro. In: *La nuova divisione del lavoro*. Princeton University Press.
- Linn, M. C., Davis, E. A., & Bell, P. (Eds.). (2004). *Ambienti Internet per l'educazione scientifica*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Markham, T., Larmer, J. e Ravitz, J. (2003). *Manuale di apprendimento basato sul progetto: Guida all'apprendimento basato su progetti incentrati sugli standard per gli insegnanti delle scuole medie e superiori*. Buck Institute for Education.
- Mayer, R., E. (2002). Apprendimento elementare contro apprendimento significativo. *Theory into Practice*, 41:4, 226-232. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_4
- Moore, T., Stohlmann, M., Wang, H., Tank, K., Glancy, A., & Roehrig, G. (2014). *Implementazione e integrazione dell'ingegneria nell'istruzione STEM K-12*. In: Purzer, S., Strobel, J., & Cardella, M. (Eds.), *Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices*. Purdue University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctt6wq7bh>
- Moursund, D. G. (1999). *Apprendimento basato su progetti con l'uso delle tecnologie informatiche*. Autore.
- Nagel, N. G. (1996) *Apprendere attraverso la soluzione di problemi del mondo reale: Il potere dell'insegnamento integrativo*. Corwin Press.



- Consiglio nazionale delle ricerche (2006). *America's Lab Report: Investigations in High School Science*. The National Academies Press. <https://nap.nationalacademies.org/catalog/11311/americas-lab-report-investigations-in-high-school-science>
- Organizzazione per la cooperazione e lo sviluppo economico (OCSE) (2019), *future of education and skills 2030: OECD learning compass 2030*. https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/learning-compass-2030/OECD_Learning_Compass_2030_Concept_Note_Series.pdf
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., Tsourlidaki, E. (2015). Fasi dell'apprendimento basato sull'indagine: Definizioni e ciclo di indagine, *Educational Research Review*, Volume 14, 47-61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). L'educazione scientifica oggi: Una pedagogia rinnovata per il futuro dell'Europa. Gruppo di alto livello sull'educazione scientifica, Direzione Generale per la Ricerca, la Scienza, l'Economia e la Società, Commissione Europea. <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/rapportrocardfinal.pdf>
- Sanders, M. (2009). STEM, educazione STEM, mania STEM. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26. https://www.researchgate.net/publication/237748408_STEM_STEM_education_STEMmania
- Savery, J. R. (2006). Panoramica sull'apprendimento basato sui problemi: Definizioni e distinzioni. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1). <https://doi.org/10.7771/1541-5015.1002>
- Schroeder, C. M., Scott, T. P., Tolson, H., Huang, T. Y., & Lee, Y. H. (2007). Una meta-analisi della ricerca nazionale: Effetti delle strategie di insegnamento sui risultati degli studenti in scienze negli Stati Uniti. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 44(10), 1436-1460. <https://doi.org/10.1002/tea.20212>
- Silva, E. (2009). Misurare le competenze per l'apprendimento del XXI secolo. *Phi Delta Kappan*, 90(9): 630–634. <https://doi.org/10.1177/003172170909000905>
- Swain, M. (2001). Integrare l'insegnamento della lingua e dei contenuti attraverso compiti collaborativi. *Canadian Modern Language Review*, 58(1), 44-63. <https://doi.org/10.3138/cmlr.58.1.44>
- Thomas, J. W. (2000). *Una revisione della ricerca sull'apprendimento basato su progetti*. Fondazione Autodesk. http://www.bobpearlman.org/BestPractices/PBL_Research.pdf



- Thomas, J.W., Mergendoller, J.R., & Michaelson, A. (1999). *Apprendimento basato su progetti: Un manuale per gli insegnanti delle scuole medie e superiori*. Istituto Buck per l'educazione.
- Trilling, B. e Fadel, C. (2009). *Competenze del XXI secolo: Imparare per la vita nel nostro tempo*. Jossey-Bass/Wiley.
- Whitehead, A. N., (1929) *Gli obiettivi dell'educazione e altri saggi*. Macmillan.
- Wilensky, U., & Resnick, M. (1999) Pensare per livelli: Un approccio ai sistemi dinamici per dare un senso al mondo. *Journal of Science Education and Technology* 8, 3-19.
<https://doi.org/10.1023/A:1009421303064>
- Woods, R. e Barrow, R. (2006). *Introduzione alla filosofia dell'educazione* (4a ed.). Routledge.
<https://doi.org/10.4324/9780203969953>

