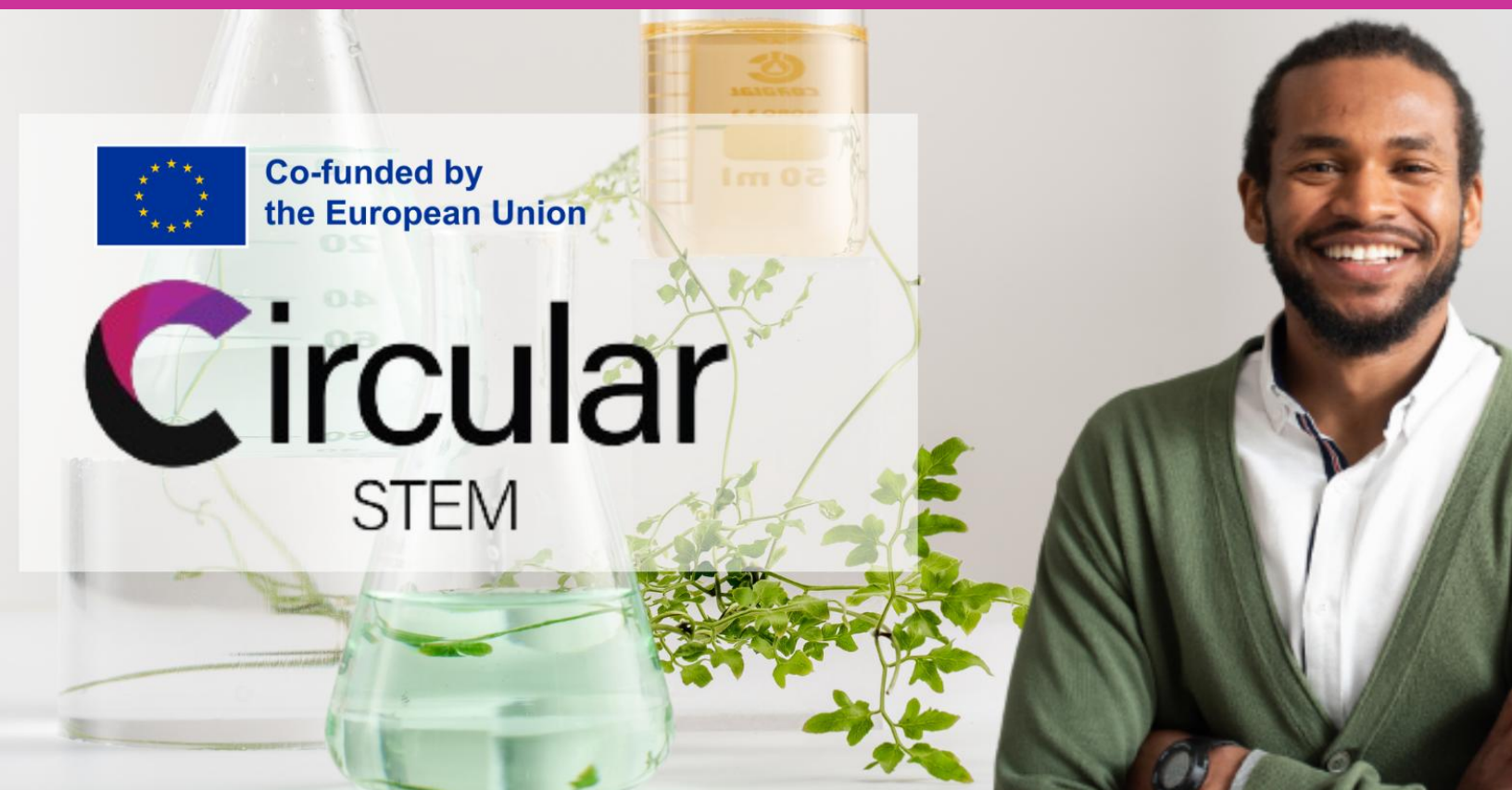




Policy Paper



Co-funded by
the European Union

Circular STEM

Circular STEM

Potenziare le competenze in materia di economia
circolare per gli insegnanti STEM

insegnanti



Co-funded by
the European Union

Finanziato dall'Unione Europea. Le opinioni e i punti di vista espressi sono tuttavia esclusivamente quelli dell'autore/degli autori e non riflettono necessariamente quelli dell'Unione Europea o dell'Agenzia esecutiva per l'istruzione e la cultura (EACEA). Né l'Unione Europea né l'EACEA possono essere ritenute responsabili per essi. "Boosting Circular Economy Competences for STEM Teachers" (Potenziare le competenze in materia di economia circolare per gli insegnanti STEM), numero di progetto 2022-1-

Documento programmatico

Acronimo del progetto:

Circular STEM

Titolo del progetto:

Potenziare le competenze in materia di economia circolare per gli insegnanti STEM

Numero del progetto:

2022-1-PT01-KA220-SCH-000086954

CONSORZIO:

- Coordinatore:
 - Agrupamento de Escolas de Frazão Paços de Ferreira (Portogallo) – <http://aefrazao.wix.com>
- Partner:
 - European Digital Learning Network ETS (Italia) – www.dlearn.eu
 - Institute for Contemporary Education (ICE) (Serbia) - <https://www.linkgroup.eu/institutecontemporaryeducation>
 - Politeknika Ikastegia Txorierri (Spagna) - www.txorierri.net
 - EKA University of Applied Sciences (Lettonia) - www.eka.edu.lv
 - EIT RawMaterials (Germania) -

Sito web:

<https://circularstem.eu/>

Social media

 Circular STEM

 Circular STEM

Indice

Sintesi	3
Perché l'economia circolare nelle discipline STEM e perché adesso?	4
Contesto politico	6
Risultati del progetto.....	8
Sfide politiche nell'integrazione delle competenze dell'economia circolare nell'istruzione STEM	15
Raccomandazioni politiche	18
Conclusione	24
Riferimenti	25

Sintesi

Il progetto Circular STEM integra i principi dell'economia circolare (CE) nell'istruzione secondaria in ambito scientifico, tecnologico, ingegneristico e matematico (STEM) per preparare gli studenti alla transizione verde e digitale dell'Europa. Nonostante gli impegni dell'UE come GreenComp, la maggior parte delle scuole non dispone delle risorse, della formazione e del sostegno politico necessari per integrare in modo significativo la CE nelle aule (Bianchi et al., 2022).

Lanciato nel 2022 con il finanziamento Erasmus+, il progetto offre un programma di formazione per insegnanti in sei moduli, una piattaforma di apprendimento digitale e un Toolbox con oltre 80 risorse pratiche. Questi strumenti promuovono un apprendimento interdisciplinare, basato su progetti e inclusivo.

I progetti pilota condotti in tre paesi hanno avuto un forte impatto: gli studenti si sono impegnati nelle sfide della sostenibilità e gli insegnanti si sono sentiti in grado di insegnare l'EC. Tuttavia, permangono barriere sistemiche. Programmi di studio frammentati, divari digitali e persistente disuguaglianza di genere nelle discipline STEM.

Questo documento richiede urgenti riforme politiche in quattro aree: integrazione dei programmi di studio, formazione obbligatoria degli insegnanti, investimenti in strumenti digitali e strategie di istruzione inclusive. Circular STEM offre un modello collaudato e scalabile per integrare la sostenibilità nelle discipline STEM: ciò che serve ora è un'azione politica coraggiosa.

Perché l'economia circolare nelle discipline STEM e perché adesso?

La transizione ambientale e digitale dell'Europa richiede una trasformazione nel modo in cui educiamo. L'istruzione STEM, da tempo associata alla conoscenza tecnica e all'innovazione, deve ora rispondere alle sfide urgenti del cambiamento climatico, della perdita di biodiversità e dell'esaurimento delle risorse. I principi dell'economia circolare forniscono un quadro tempestivo e necessario per guidare questo cambiamento.

Il modello dell'economia circolare va oltre l'approccio lineare del prendere, produrre e smaltire. Si concentra sulla rigenerazione delle risorse, la riduzione dei rifiuti, la riprogettazione dei sistemi e la sostenibilità a lungo termine. L'integrazione dell'economia circolare nelle materie STEM offre agli studenti una comprensione più applicata delle conoscenze scientifiche. Li aiuta a vedere la chimica, la fisica, la biologia e l'ingegneria come strumenti per risolvere problemi del mondo reale, non solo come discipline accademiche.

Nonostante decenni di sforzi a livello europeo per promuovere l'educazione ambientale attraverso strategie come GreenComp e lo Spazio europeo dell'istruzione, l'EC è ancora assente dalla maggior parte dei programmi nazionali STEM. Quando si affronta il tema della sostenibilità, spesso è in modo frammentario, facoltativo o scollegato dall'apprendimento STEM di base. Gli insegnanti segnalano la mancanza di sostegno istituzionale, di sviluppo professionale e di accesso a risorse didattiche utilizzabili. Persistono anche disparità di accesso, con le ragazze e gli studenti provenienti da comunità svantaggiate che continuano ad essere sottorappresentati sia nei percorsi STEM

che in quelli relativi alle competenze verdi (Bianchi et al., 2022; Commissione Europea, 2020).

Il progetto Circular STEM è stato lanciato per colmare queste lacune. Esso combina la formazione degli insegnanti, le pedagogie interdisciplinari e una piattaforma di apprendimento digitale per portare la CE nelle aule. L'iniziativa sostiene gli educatori attraverso un programma di formazione modulare e una serie di strumenti che si allineano ai quadri di riferimento dell'UE, tra cui GreenComp, DigComp ed EntreComp. Inoltre, pone l'accento su un'istruzione inclusiva e incentrata sullo studente, collaborando con iniziative come [Girls Go Circular](#) e che danno priorità all'accesso dei gruppi sottorappresentati (Bacigalupo et al., 2016; Bianchi et al., 2022; Vuorikari et al., 2022).

Il presente documento programmatico si basa sui risultati, sulle metodologie e sulle lezioni apprese dal progetto Circular STEM, traducendo i suoi approcci innovativi in raccomandazioni politiche concrete volte a integrare l'educazione all'economia circolare nelle materie STEM nelle scuole secondarie di tutta l'UE. Offre raccomandazioni basate su dati concreti per integrare le competenze in materia di economia circolare nei sistemi di istruzione STEM in tutta Europa. Rafforzare questi legami non è solo una questione di riforma dei programmi scolastici, ma anche di garantire che la prossima generazione possa guidare l'Europa verso un futuro più sostenibile, equo e resiliente.

Contesto

Il Green Deal europeo e iniziative come GreenComp, lo Spazio europeo dell'istruzione e il Piano d'azione per l'istruzione digitale (2021-2027) sottolineano il ruolo dell'istruzione nella transizione verde e digitale dell'Europa, chiedendo che la sostenibilità sia integrata nei programmi scolastici e che gli insegnanti ricevano una formazione continua. Tuttavia, l'attuazione rimane incoerente in tutta Europa (Bianchi et al., 2022; Commissione europea 2020).

Il progetto Circular STEM (2022-2025) affronta questa lacuna rafforzando l'integrazione delle competenze CE nell'istruzione STEM. Il presente documento programmatico si basa sui risultati dei focus group tenuti in Italia, Spagna, Portogallo, Germania, Lettonia e Serbia con oltre 60 educatori ed esperti STEM (settembre-ottobre 2023). Queste discussioni, insieme a una revisione dei programmi di studio e delle risorse nazionali, hanno individuato le lacune nell'integrazione dell'EC e hanno fornito informazioni utili per le future risorse formative e didattiche del progetto.

Risultati chiave del rapporto

- In Italia e Spagna, l'EC viene discussa più nel contesto dell'educazione civica che nei corsi di scienze o tecnologia. La formazione degli insegnanti sulla sostenibilità è rara o volontaria.
- La Germania offre autonomia curricolare alle scuole, ma l'integrazione dell'EC nelle materie STEM è poco comune e si basa su iniziative individuali.
- In Serbia, l'EC non è presente nei programmi scolastici nazionali e non esiste una formazione formale degli insegnanti sull'argomento. Gli educatori segnalano un forte interesse per la sostenibilità, ma la mancanza di risorse e di orientamento ne impedisce l'attuazione.
- La Lettonia e il Portogallo mostrano alcuni esempi promettenti di progetti di sostenibilità scolastici, ma non esiste un quadro nazionale per integrare l'educazione ambientale nell'apprendimento STEM.

In tutti i paesi, gli insegnanti segnalano una mancanza di formazione strutturata, materiali didattici e accesso alle risorse digitali per integrare l'EC nelle loro materie. C'è anche scarso coordinamento tra le strategie educative nazionali e gli strumenti politici a livello UE come GreenComp.

Lacune individuate e valore aggiunto di Circular Stem

Le principali lacune individuate attraverso i focus group nazionali e l'analisi dei documenti includono:

- Scarsa integrazione delle competenze CE nelle materie STEM fondamentali, a causa dell'assenza di quadri di riferimento chiari, esempi e sostegno istituzionale.
- Formazione e sviluppo professionale insufficienti degli insegnanti, soprattutto in termini di insegnamento interdisciplinare e utilizzo di pedagogie incentrate sullo studente e basate sulle sfide.
- Lo squilibrio di genere nell'istruzione STEM rimane un problema persistente, con una sottorappresentazione delle ragazze nei percorsi scientifici e tecnologici in tutti i paesi.

Il progetto Circular STEM affronta direttamente queste sfide attraverso:

- Sviluppando metodologie e risorse pratiche per integrare le competenze CE nell'istruzione STEM, in linea con GreenComp;
- Supportando gli insegnanti attraverso percorsi strutturati di sviluppo professionale continuo (CPD) che promuovono l'alfabetizzazione digitale, l'insegnamento della sostenibilità e pratiche didattiche inclusive.
- Promuovendo approcci sensibili al genere per coinvolgere tutti gli studenti in campi rilevanti per il futuro.

Rispondendo alle reali esigenze sul campo, questo documento programmatico mira a colmare il divario tra le ambizioni dell'UE e la realtà delle aule, contribuendo a un approccio più coerente, efficace e inclusivo all'insegnamento della CE attraverso le materie STEM.

Risultati del progetto

Come già detto, il progetto Circular STEM mira a fornire agli insegnanti gli strumenti e le metodologie necessari per integrare i principi della CE nell'istruzione STEM. Grazie allo sviluppo collaborativo tra i partner del progetto, ai contributi delle parti interessate e alle prove sul campo, il progetto ha prodotto un programma di formazione completo e una piattaforma di e-learning che daranno vita alla CE nelle classi. I risultati supportano l'obiettivo di integrare le competenze di sostenibilità tra gli studenti, attraverso un approccio imprenditoriale e digitalmente potenziato, promuovendo competenze tecniche, consapevolezza etica e una mentalità lungimirante.

Panoramica dei moduli di formazione

La metodologia di formazione consiste in sei moduli che combinano l'apprendimento teorico con attività pratiche, ponendo l'accento sull'applicazione nel mondo reale, l'alfabetizzazione digitale e il pensiero critico. La struttura della formazione si basa su un quadro integrato sviluppato dai partner del progetto e testato attraverso attività pilota.



FIGURA1 . MODULI

Modulo 1. Introduzione all'economia circolare

Si concentra sui principi chiave dell'economia circolare, sui confronti tra modelli lineari e circolari, sui vantaggi economici e tecnologici dell'economia circolare, sulla spiegazione dell'eco-design e sulle applicazioni nella vita reale. Include attività interattive come la creazione di infografiche e il riciclo creativo domestico.

Modulo 2. Sostenibilità ambientale e impatto

Tratta i cambiamenti climatici, la biodiversità, il consumo responsabile, le energie rinnovabili e i quadri politici come il Green Deal dell'UE. Include simulazioni e giochi per l'apprendimento digitale.

Modulo 3. STEM nell'economia circolare

Dimostra l'applicazione interdisciplinare delle STEM per l'EC, mettendo in evidenza le innovazioni nel riciclaggio, nell'energia e nell'ottimizzazione delle risorse. Include sfide per gli studenti e casi di studio reali.

Modulo 4. Alfabetizzazione digitale e strumenti nell'economia circolare

Esplora l'applicazione delle tecnologie digitali quali IoT, AR/VR, blockchain e software di simulazione per la comprensione e la gestione dei sistemi circolari. Include piattaforme collaborative e workshop virtuali.

Modulo 5. Sfide e progetti dell'economia circolare

Presenta progetti reali e proposti che affrontano le sfide dell'economia circolare, come l'estensione della durata di vita dei prodotti e il riutilizzo delle risorse (ad esempio, fondi di caffè, olio usato, rifiuti della moda). Include lavori di gruppo e attività di laboratorio.

Modulo 6. Percorsi di carriera e tendenze future

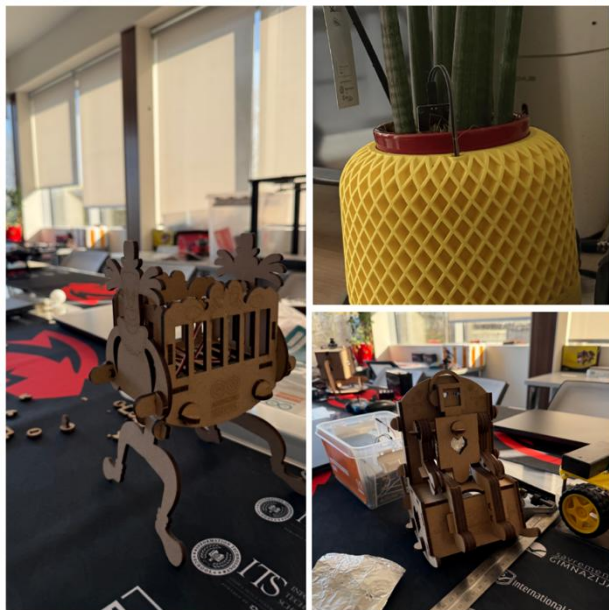
Aiuta studenti e insegnanti a esplorare le opzioni di carriera emergenti nell'economia circolare e nella sostenibilità, coprendo tendenze future, ruoli lavorativi, competenze e sviluppo professionale.

Sintesi delle attività pilota

Le attività di sperimentazione pilota sono state svolte dalle scuole partner del progetto per valutare la pertinenza, il livello di coinvolgimento e il valore educativo dei materiali didattici. Le attività sono state condotte con gli studenti della Politeknika Txorierri, dell'Agrupamento de Escolas de Frazão e dell'Institute for Contemporary Education (ICE). Queste attività hanno aiutato gli studenti a comprendere i concetti di sostenibilità, ad applicare le conoscenze di EC in scenari di vita reale e a sviluppare competenze chiave dai quadri GreenComp e DigComp.



Le attività svolte hanno riguardato argomenti quali l'eco-design, il consumo sostenibile, il cambiamento climatico, l'agricoltura efficiente sotto il profilo delle risorse e la riduzione dei rifiuti. Gli studenti hanno approfondito i principi dell'eco-design e dell'economia circolare creando infografiche e video, che li hanno aiutati ad approfondire la loro comprensione dei concetti di sostenibilità in modo creativo.



Hanno anche affrontato l'impatto ambientale del fast fashion riciclando vecchi tessuti e organizzando un mercatino dell'usato.

Inoltre, gli studenti hanno partecipato ad attività pratiche come la creazione di un giardino idroponico, per conoscere tecniche agricole innovative e senza suolo, e hanno anche preso parte a un esperimento in cui hanno trasformato l'olio da cucina in sapone, in modo da rendersi conto che i rifiuti quotidiani possono essere riutilizzati e riciclati.

Queste attività pilota hanno dimostrato che i moduli di formazione sono stati efficaci nel migliorare la comprensione della CE da parte degli studenti. Hanno dimostrato come la CE possa essere facilmente introdotta nell'istruzione STEM attraverso un apprendimento interdisciplinare e pratico che promuove una mentalità orientata alla risoluzione dei problemi, all'innovazione e alla sostenibilità. Gli educatori hanno trovato la struttura della formazione flessibile e adattabile a vari contesti didattici, consentendo loro di incorporare i principi della CE sia nelle lezioni teoriche che nelle attività pratiche.

Moduli di formazione e toolbox

Il progetto Circular STEM, incentrato sul miglioramento delle competenze CE nell'istruzione STEM, ha portato alla creazione di un ambiente di apprendimento digitale di alta qualità. A completamento dei sei moduli c'è il Circular STEM Toolbox, una risorsa fondamentale che offre oltre 80 strumenti e materiali. Il Toolbox è

suddiviso in cinque parti tematiche principali, ciascuna allineata a specifici obiettivi di apprendimento:

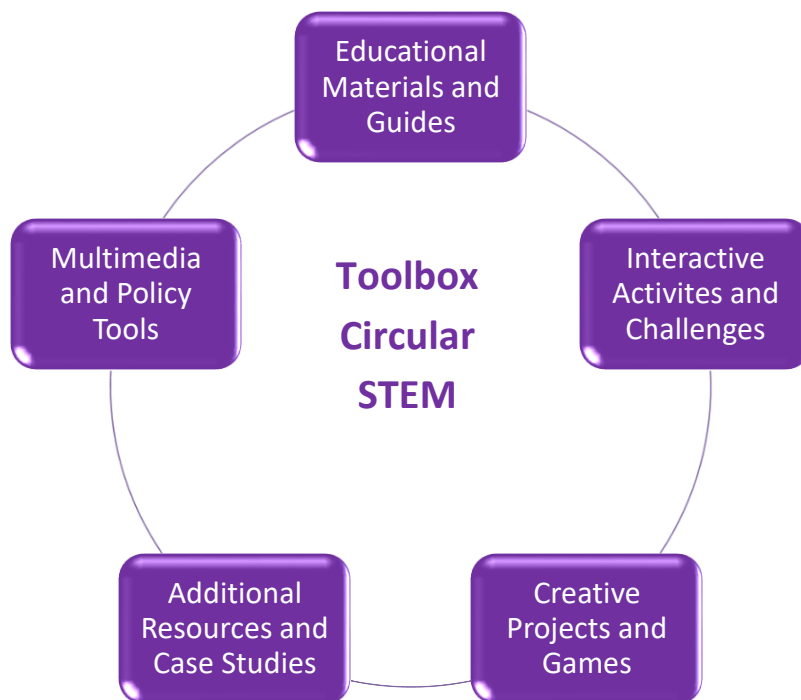


FIGURA2 . TOOLBOX

Materiali didattici e guide – Include lezioni introduttive e risorse concettuali come "Sfidare le concezioni comuni", "Progettare per un'economia circolare" e video tematici.

Attività interattive e sfide – Strumenti pratici come Product Lifecycle Analysis (Analisi del ciclo di vita del prodotto), Eco-Footprint Warrior (Guerriero dell'impronta ecologica) e sfide di squadra progettate per incoraggiare la risoluzione dei problemi e la collaborazione.

Progetti creativi e giochi – Compiti pratici e adatti agli studenti, come gare di upcycling, generazione di idee per imprese circolari e giochi come il puzzle sull'economia circolare.

Strumenti multimediali e politici – Un mix eterogeneo di infografiche, rapporti di ricerca, simulazioni politiche (ad esempio Global Climate Policy Summit) e materiali video.

Risorse aggiuntive e casi di studio – Strumenti relativi al clima (ad esempio Footprint Calculator, Climate Reanalyzer), casi di studio e strumenti di valutazione, inclusi quiz e compiti di autovalutazione.

Il Toolbox combina materiali di nuova creazione con risorse esterne accuratamente selezionate, supportando diversi stili di apprendimento e formati di insegnamento. È progettato per essere adattabile, interattivo e inclusivo.

Test e coinvolgimento degli insegnanti

La piattaforma e le sue risorse sono state sottoposte a due fasi di test strutturate per garantirne la qualità, l'usabilità e la pertinenza:

Durante il test Alpha, condotto dal personale interno del progetto in sei istituzioni partner, gli insegnanti hanno valutato il design, i contenuti, l'interattività e l'usabilità complessiva della piattaforma. Hanno elogiato la struttura logica, la ricchezza delle risorse e la facilità di navigazione. Sono state formulate raccomandazioni per migliorare la dimensione dei caratteri, la compatibilità mobile, l'accessibilità del forum e la visibilità dei componenti interattivi. Questo feedback ha contribuito direttamente al perfezionamento della piattaforma.

Il beta test ha coinvolto 15 insegnanti esterni provenienti da tre paesi partner che non avevano mai partecipato al progetto in precedenza. Le loro valutazioni sono state estremamente positive, con la maggior parte che ha assegnato alla piattaforma e ai materiali un

"La piattaforma è funzionale e intuitiva e offre risorse didattiche aggiornate e ben strutturate. Il Toolbox contiene contenuti ricchi e pratici, in linea con i principi dell'economia circolare. L'ambiente digitale è altamente interattivo, rendendolo coinvolgente per gli utenti".

Mónica Costeira
Insegnante

punteggio compreso tra 8 e 10 su 10 in tutte le categorie. Gli insegnanti hanno apprezzato la chiarezza, la praticità e l'allineamento dei contenuti con i programmi scolastici. Tra i suggerimenti figuravano l'aggiunta di una mappa visiva delle risorse e il miglioramento della funzionalità di visualizzazione dei documenti. L'equilibrio tra teoria e pratica del Toolbox, insieme all'inclusione di giochi e sfide, è stato particolarmente apprezzato.

Strumenti digitali e inclusione

Uno dei punti di forza della piattaforma Circular STEM è l'integrazione di strumenti digitali e pratiche inclusive. L'ambiente Moodle supporta l'esplorazione indipendente e autonoma, mentre i video, i quiz, le simulazioni e i forum integrati promuovono il coinvolgimento. I materiali sono stati sviluppati per adattarsi a diversi profili di apprendimento e contesti didattici, con particolare attenzione all'accessibilità, alla leggibilità dello schermo e alla compatibilità dei dispositivi.

Sebbene la lingua principale di erogazione sia l'inglese, il feedback dei partecipanti ha evidenziato la necessità di un supporto multilingue e di una navigazione semplificata per garantire una più ampia accessibilità, in particolare per i non madrelingua e gli utenti mobili. Questi miglioramenti sono attualmente in fase di revisione per il rilascio finale della piattaforma.

Sfide politiche nell'integrazione delle competenze relative all'economia circolare nell'istruzione STEM

L'integrazione delle competenze relative all'economia circolare nell'istruzione STEM presenta diverse sfide politiche critiche che ostacolano il cambiamento sistemico nei sistemi educativi europei. Tra le più urgenti figurano la frammentazione dei programmi di studio, l'accesso ineguale alla formazione degli insegnanti, la mancanza di risorse didattiche pratiche e le persistenti disparità di genere nei settori legati alle discipline STEM. Per affrontare questi ostacoli è necessaria un'azione armonizzata a livello sia europeo che nazionale, sostenuta da quadri curriculari allineati, politiche di sviluppo professionale degli insegnanti e

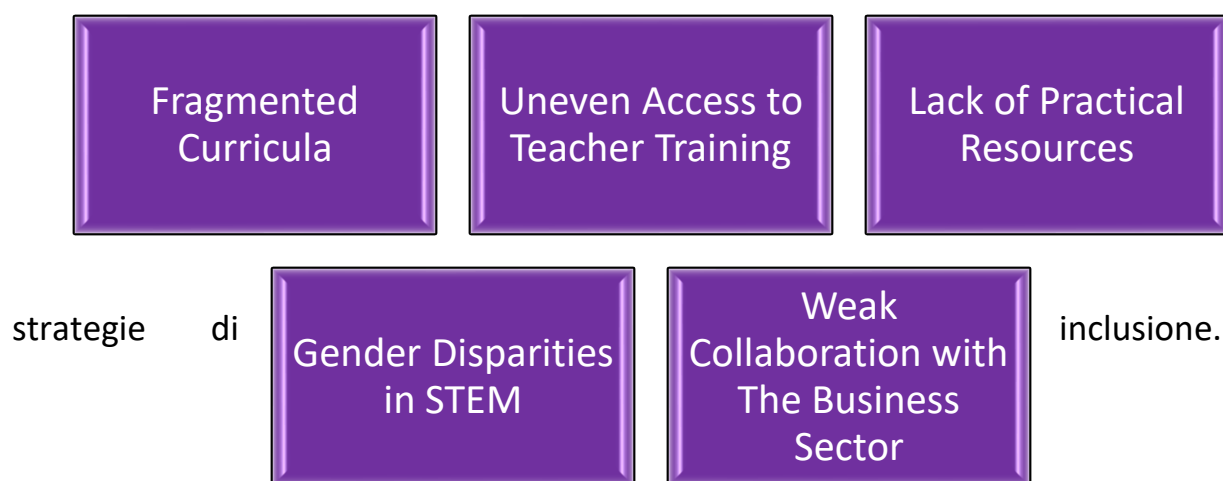


FIGURA3 . SFIDE POLITICHE

Piani di studio frammentati

La frammentazione dei programmi scolastici rimane una sfida strutturale in tutti gli Stati membri dell'UE. In Portogallo, ad esempio, nonostante le recenti riforme

come il Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (2017), che promuove competenze chiave quali la sostenibilità e la risoluzione dei problemi, l'attuazione nelle diverse discipline rimane disomogenea. Allo stesso modo, iniziative europee come lo Spazio europeo dell'istruzione (Commissione europea, 2020) richiedono approcci curriculari più coerenti, ma l'integrazione e dei temi della CE nelle materie STEM è ancora sporadica. Una politica efficace deve garantire che i concetti della CE siano integrati come temi trasversali nell'istruzione scientifica, tecnologica, ingegneristica e matematica, come raccomandato nel quadro GreenComp (Bianchi et al., 2022).

Accesso diseguale alla formazione degli insegnanti

L'accesso alla formazione continua che include le competenze di EC è incoerente. La Strategia nazionale portoghese per l'educazione ambientale 2020 (ENEA 2020) promuove l'educazione ambientale permanente, ma non si concentra specificamente sull'EC nell'ambito delle materie STEM. A livello dell'UE, il Piano d'azione per l'istruzione digitale 2021-2027 sottolinea la necessità di formare gli insegnanti nelle competenze verdi e digitali, ma l'attuazione dipende in larga misura dalle strutture nazionali. È necessaria una politica coordinata per rendere obbligatorio e finanziare il CPD relativo alla CE, in particolare utilizzando formati flessibili e modulari per adattarsi ai diversi orari e contesti degli insegnanti (Agência Portuguesa do Ambiente 2017; Commissione europea 2020).

Mancanza di risorse pratiche

Molti educatori non hanno accesso a materiali didattici coinvolgenti e realistici. Iniziative come la [Circular STEM Academy](#) (sviluppata nell'ambito di questo progetto) e l'archivio di risorse dell'European Schoolnet mirano a colmare questa lacuna, ma sono necessarie una più ampia diffusione e integrazione nei programmi ufficiali. La riforma del programma di studi portoghese "Aprendizagens Essenciais" consente una certa flessibilità per l'apprendimento contestualizzato e basato su

progetti, ma gli argomenti relativi all'EC non sono esplicitamente considerati prioritari.

Disparità di genere nelle discipline STEM

La sottorappresentazione delle ragazze nelle discipline STEM, in particolare nei settori legati all'ingegneria e alla tecnologia, continua a rappresentare una sfida significativa. La politica europea, compresa la Strategia per la parità di genere 2020-2025, e le iniziative portoghesi in materia di istruzione (come "Engenheiras por um Dia") promuovono approcci inclusivi dal punto di vista del genere, ma un impatto duraturo richiede una riforma strutturale dei programmi scolastici e strategie pedagogiche inclusive dell' . L'integrazione dei temi della CE, che risuonano fortemente con i valori della cura, dell'equità e della responsabilità orientata al futuro, può contribuire ad attrarre un maggior numero di ragazze nelle discipline STEM, collegando la scienza alla rilevanza sociale.

Per superare queste sfide, i responsabili politici dell'UE e nazionali devono attuare riforme mirate che allineino i programmi di studio ai principi della CE, garantiscano un accesso equo alla formazione degli insegnanti, investano in risorse didattiche di alta qualità e promuovano l'equità di genere nell'istruzione STEM. Allineare questi sforzi a quadri di riferimento come GreenComp, ENEA 2020 e Perfil dos Alunos può garantire un cambiamento significativo e sostenibile.

Debole collaborazione con il settore imprenditoriale

La collaborazione tra scuole/università e aziende impegnate in pratiche circolari è ancora scarsamente sostenuta dalle politiche pubbliche. Mancano programmi che colleghino l'istruzione STEM al contesto reale dell'economia circolare, come tirocini, progetti interdisciplinari o sfide industriali. Questa disconnessione limita l'acquisizione di competenze pratiche da parte degli studenti e il potenziale di innovazione congiunta tra il settore dell'istruzione e quello imprenditoriale.

Raccomandazioni politiche

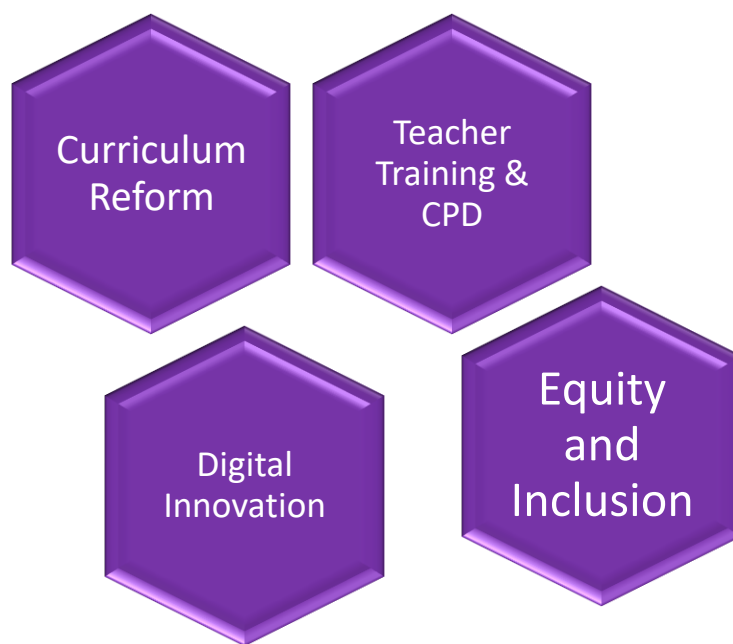


FIGURA4 . RACCOMANDAZIONI POLITICHE

Riforma dei programmi scolastici

L'integrazione dei principi dell'economia circolare nell'istruzione STEM richiede il passaggio dall'insegnamento tradizionale e compartimentato delle materie a un modello interdisciplinare e incentrato sullo studente che rifletta le sfide interconnesse del XXI secolo. Il progetto Circular STEM promuove l'integrazione dei concetti dell'economia circolare in tutte le discipline STEM utilizzando problemi di sostenibilità locali e reali che risuonano negli studenti e supportano il pensiero sistemico.

La formazione sviluppata nel progetto sostiene questo approccio attraverso l'apprendimento basato su progetti (PBL), metodi basati sull'indagine e l'integrazione di strumenti digitali. Le lezioni incorporano l'eco-design, il pensiero basato sul ciclo di vita, la gestione dell'energia/delle risorse e l'innovazione sostenibile, il tutto in contesti STEM familiari.

I programmi di studio dovrebbero essere in linea con il quadro GreenComp, promuovendo competenze quali il pensiero sistemico, l'adattabilità e l'azione per la sostenibilità. I moduli dovrebbero essere modulari, flessibili e co-progettati con gli insegnanti, consentendo l'allineamento con le priorità educative nazionali e le realtà delle classi.

Raccomandazioni politiche chiave:

- Integrare l'EC nei programmi di studio STEM nazionali attraverso sfide interdisciplinari della vita reale.
- Allineare i contenuti curriculari con GreenComp, EntreComp e DigComp per sostenere il pensiero sistemico e l'innovazione.
- Fornire strumenti curriculari che supportino l'implementazione localizzata e il lavoro pratico sui progetti.

Formazione degli insegnanti e sviluppo professionale continuo (CPD)

Per integrare con successo l'educazione CE nelle STEM, gli insegnanti devono essere dotati delle conoscenze, degli strumenti e delle strategie pedagogiche adeguate. Il progetto Circular STEM ha sviluppato un programma completo di formazione degli insegnanti composto da sei moduli che coprono i fondamenti della CE, l'impatto ambientale, le applicazioni STEM, gli strumenti digitali, le sfide del mondo reale e i percorsi di carriera green.

La formazione si basa sui quadri GreenComp, EntreComp e DigComp e pone l'accento su un apprendimento attivo, inclusivo e sensibile alle questioni di genere. Gli insegnanti partecipano a simulazioni, design thinking, analisi dei dati e attività

digitali collaborative per acquisire sicurezza nell'insegnamento dei contenuti STEM relativi all'economia circolare.

La formazione viene erogata attraverso una piattaforma di e-learning flessibile, la [Circular STEM Academy dell'](#), che offre contenuti modulari accessibili a tutti gli educatori, indipendentemente dal loro background o dalla loro ubicazione, e che possono essere seguiti secondo i propri ritmi.

Raccomandazioni politiche chiave:

- Rendere obbligatoria la formazione continua allineata al GreenComp per tutti gli educatori STEM, ponendo l'accento sull'integrazione della CE.
- Sostenere l'accreditamento nazionale di risorse di e-learning modulari e flessibili per gli insegnanti.
- Promuovere reti di insegnanti e comunità di pratica per diffondere metodi di insegnamento CE-STEM innovativi.
- Garantire l'inclusività incorporando strategie per l'uguaglianza di genere e l'empowerment digitale nel CPD.

Innovazione digitale

Nel contesto della Circular STEM, l'innovazione digitale non è un'aggiunta. È un fattore abilitante fondamentale. L'integrazione dei principi CE nella STEM si basa sull'accesso degli insegnanti a strumenti digitali, piattaforme e formazione che danno vita a concetti complessi e interdisciplinari in modo pratico e coinvolgente.

Per contribuire a colmare questa lacuna, il progetto ha sviluppato la [Circular STEM Academy](#), una piattaforma di apprendimento digitale gratuita e ad accesso libero. Offre piani di lezione, moduli di formazione, toolkit e guide alle attività che seguono il quadro GreenComp. Creata per e dagli insegnanti, la piattaforma aiuta gli educatori a sentirsi più sicuri e capaci di insegnare argomenti di CE utilizzando metodi incentrati sugli studenti ed esempi tratti dal mondo reale.

La piattaforma incoraggia anche l'apprendimento collaborativo. Gli insegnanti possono condividere esperienze, adattare i materiali al contesto locale e co-creare lezioni che collegano l'EC alle materie STEM fondamentali. I test pilota nelle scuole

partner hanno dimostrato che gli insegnanti sono molto più propensi a insegnare l'EC quando hanno accesso a risorse digitali di alta qualità, localizzate e facili da usare.

Per supportare l'implementazione, il progetto fornisce anche una guida pratica per integrare l'alfabetizzazione digitale e la tecnologia nella formazione CE-STEM. Gli insegnanti vengono formati non solo su cosa insegnare, ma anche su come utilizzare gli strumenti digitali per la sostenibilità, l'analisi dei dati e il pensiero sistemico nelle loro classi.

Raccomandazioni politiche chiave:

- Finanziare ed espandere le piattaforme CE-STEM open source utilizzando come modello la [Circular STEM Academy](#).
- Richiedere una formazione professionale continua digitale in linea con GreenComp per gli educatori STEM.
- Fornire dispositivi, infrastrutture e supporto alla connettività alle scuole rurali e a basso reddito per garantire l'accesso universale all'apprendimento CE-STEM.
- Incoraggiare la collaborazione pubblico-privata per creare risorse di apprendimento interattive e ludiche su misura per gli argomenti CE.
- Promuovere l'integrazione digitale nei moduli di formazione degli insegnanti utilizzando il quadro di alfabetizzazione digitale Circular STEM.

Un corpo docente dotato di strumenti digitali, supportato da contenuti di alta qualità e autonomia pedagogica, è essenziale per fornire un'istruzione sostenibile, accessibile e a prova di futuro.

Equità e inclusione

Il passaggio a un'economia circolare deve essere equo, inclusivo e rappresentativo di tutte le comunità. In collaborazione con iniziative come [Girls Go Circular](#), Circular STEM forma gli insegnanti ad applicare pratiche inclusive dal punto di vista del genere e a creare classi in cui le ragazze e gli studenti emarginati si sentano accolti negli spazi STEM e della sostenibilità. I materiali del progetto sono realizzati

tenendo conto della diversità culturale e linguistica, in modo che gli studenti possano vedere le proprie esperienze riflesse in ciò che stanno imparando.

Basando l'insegnamento su approcci basati su progetti e incentrati sullo studente e ancorando le lezioni STEM alle sfide locali in materia di sostenibilità, il progetto aiuta gli studenti a comprendere come la scienza sia collegata alla loro vita quotidiana. Questo non solo migliora il coinvolgimento, ma crea anche un senso di appartenenza e di scopo più profondo, soprattutto per gli studenti provenienti dalle comunità più colpite dai cambiamenti climatici.

L'equità è integrata anche nel modo in cui viene impartita la formazione degli insegnanti. I moduli enfatizzano la comunicazione, la collaborazione, la giustizia sociale e l'autoefficacia, fornendo agli educatori gli strumenti per promuovere classi inclusive che vanno oltre il semplice controllo di una casella.

Raccomandazioni politiche chiave:

- Integrare metodi didattici sensibili alle questioni di genere nei programmi di formazione CE-STEM, in modo che gli educatori possano identificare e contrastare i pregiudizi inconsci in classe.
- Progettare materiali didattici CE-STEM che riflettano le realtà culturali e linguistiche degli studenti di tutte le regioni.
- Stabilire parametri inclusivi, come il feedback degli studenti, la portata regionale e l'equilibrio di genere, per valutare l'efficacia dei programmi CE-STEM.
- Fornire finanziamenti per programmi di partecipazione comunitaria, sensibilizzazione e mentoring tra pari che includano le voci delle minoranze nelle discussioni e nelle aule CE-STEM.
- Per incorporare percorsi di apprendimento CE-STEM inclusivi dal punto di vista del genere nelle strategie educative nazionali, rafforzare e formalizzare le collaborazioni con programmi come [Girls Go Circular](#).
- Incoraggiare i programmi di preparazione degli insegnanti a utilizzare una pedagogia basata su progetti, che migliora il lavoro di squadra, la comunicazione e il pensiero sistemico.

L'inclusione e l'equità non sono obiettivi secondari. Sono essenziali per creare una transizione verde di successo. L'istruzione STEM deve andare a beneficio di tutti se vuole aiutare la transizione verso un'economia circolare. Ciò implica garantire che ogni studente, indipendentemente dal sesso, dal background o dal luogo di residenza, disponga delle risorse, del know-how e della sicurezza di sé necessari per creare un futuro più sostenibile.

Conclusione

Il progetto Circular STEM rappresenta un passo fondamentale per allineare l'istruzione agli obiettivi di sostenibilità e trasformazione digitale dell'Europa. Offre un modello scalabile per integrare i principi dell'economia circolare nell'istruzione STEM attraverso approcci pratici, flessibili e inclusivi. Fornendo agli insegnanti una formazione modulare, strumenti digitali e risorse interdisciplinari, il progetto consente agli educatori di trasformare le aule in incubatori di problem solver attenti al clima e pronti per il futuro.

Tuttavia, un impatto diffuso dipende da un sostegno politico coerente. Ciò include l'integrazione dei contenuti CE nei programmi di studio STEM, l'obbligo di una formazione degli insegnanti in linea con Green Comp, la garanzia di un accesso digitale universale e la chiusura dei persistenti divari di equità. I responsabili politici devono agire ora per garantire che queste innovazioni non siano iniziative isolate, ma pratiche integrate e istituzionalizzate.

L'istruzione è il fondamento di un futuro sostenibile. Circular STEM mostra come costruire questo fondamento con creatività, collaborazione e un chiaro impegno verso l'equità. Gli strumenti sono pronti. La visione è definita. Il prossimo passo è la scalabilità.

Riferimenti

- Agência Portuguesa do Ambiente. (2017). *Estratégia Nacional de Educação Ambiental – ENEA 2020*.
- Agência Portuguesa do Ambiente. (2020). *Plano de ação para a economia circular em Portugal 2020–2025*. Ministério do Ambiente e da Ação Climática.
- Bacigalupo, M., Kampylis, P., Punie, Y., & Van den Brande, L. (2016). *EntreComp: The entrepreneurship competence framework* [JRC Science for Policy Report]. Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea.
- Bianchi, G., Pisiotis, U., & Cabrera Giraldez, M. (2022). *GreenComp – Il quadro europeo delle competenze in materia di sostenibilità* [JRC Science for Policy Report]. Commissione europea.
- Circular Economy Forum. (2022). *Educação e competências para a economia circular em Portugal*. Agência Portuguesa do Ambiente.
- Agenzia europea dell'ambiente. (2021). *Colmare il divario di competenze per l'economia circolare*.
- Commissione europea. (2020). *Strategia per la parità di genere 2020-2025*.
- Commissione europea. (2020). *Comunicazione sul completamento dello Spazio europeo dell'istruzione entro il 2025*.
- Commissione europea. (2020). *Piano d'azione per l'istruzione digitale 2021-2027*.
- Ministero dell'Istruzione. (2017). *Profilo degli studenti al termine della scuola dell'obbligo*.
- Ministério da Presidência e da Modernização Administrativa. (n.d.). *Programa Engenheiras por um dia*.
- Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2: Il quadro delle competenze digitali per i cittadini – Con nuovi esempi di conoscenze, abilità e attitudini* [JRC Science for Policy Report]. Ufficio delle pubblicazioni dell'Unione europea.