

Learning Sustainability: International perspectives on Education for Sustainable Development in TIMSS 2023 – Grade 4

Educare alla sostenibilità: prospettive internazionali sulle politiche di Educazione per lo Sviluppo Sostenibile nei dati TIMSS 2023 (grado 4)

Giada Viotti

University of Roma Tre, Rome (Italy)

Sara Gabrielli

Link Campus University, Rome (Italy)

Cinzia Angelini

University of Roma Tre, Rome (Italy)



Double blind peer review

Citation: Viotti, G., Gabrielli, S., & Angelini, C. (2025). Learning Sustainability: International perspectives on Education for Sustainable Development in TIMSS 2023 – Grade 4. *Italian Journal of Educational Research*, 35, 63-77
<https://doi.org/10.7346/sird-022025-p63>

Copyright: © 2025 Author(s). This is an open access, peer-reviewed article published by Pensa Multimedia and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited. IJEDR is the official journal of Italian Society of Educational Research (www.sird.it).

Received: September 13, 2025

Accepted: November 18, 2025

Published: December 27, 2025

Pensa MultiMedia / ISSN 2038-9744

<https://doi.org/10.7346/sird-022025-p63>

Abstract

The idea of Sustainable Development (SD) emerged to reconcile the well-being of present generations with that of future ones, promoting the conscious use of natural resources. In this context, schools play a crucial role through Education for Sustainable Development (ESD), which is an integral part of the Sustainable Development Goals (SDGs) of the 2030 Agenda. ESD aims to provide the necessary tools to address contemporary environmental, social, and economic challenges in terms of knowledge, skills, and values. This study analyzes data from the TIMSS 2023 Encyclopedia for Grade 4, focusing on national policies for the integration of ESD by examining the responses of 51 countries to items GEN12 and GEN12T, which consist of open-ended questions. These data were examined using a bottom-up approach through two phases of independent categorization. Subsequently, a hierarchical cluster analysis and K-means clustering were conducted to define four recurring policy profiles, and a Multiple Correspondence Analysis (MCA) was performed to visualize the relationships between categories and clusters. The analyses identified four policy profiles characterized by a progressive structuring: from centrally guided approaches to those implemented only at the local level, alongside hybrid models combining both approaches. Countries with higher achievement scores tend to show structured and multi-level approaches, while countries with lower scores generally present ESD initiatives that are not yet fully structured. The study highlights the importance of: (i) clear national standards, (ii) operational tools for schools, (iii) systemic integration of ESD into curricula, and (iv) structured collaboration between schools and stakeholders.

Keywords: Education for Sustainable Development; TIMSS; education policy; International Large Scale Assessments (ILSAs).

Riassunto

L'idea di Sviluppo Sostenibile (SD) è nata per conciliare il benessere delle generazioni presenti con quello delle generazioni future, promuovendo un uso consapevole delle risorse naturali. In questo scenario, la scuola assume un ruolo cruciale attraverso l'Educazione per lo Sviluppo Sostenibile (ESS), parte integrante degli Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile (SDGs) dell'Agenda 2030. L'ESS mira a fornire strumenti necessari per affrontare le sfide ambientali, sociali ed economiche contemporanee, in termini di conoscenze, competenze e valori. Lo studio qui presentato analizza i dati dell'Encyclopedia di TIMSS 2023 per il Grado 4, con un focus sulle politiche nazionali di integrazione dell'ESS, esaminando le risposte di 51 paesi agli item GEN12 e GEN12T che si costituiscono come domande con risposte testuali. Tali dati sono stati esaminati con un approccio bottom-up in due fasi di categorizzazione indipendente. Sono state poi condotte una cluster analysis gerarchica e K-means per definire quattro profili ricorrenti e un'Analisi delle Corrispondenze Multiple (ACM) per visualizzare le relazioni tra categorie e cluster. Le analisi hanno identificato quattro profili di politiche caratterizzati da una strutturazione progressiva: da approcci guidati a livello centrale fino a quelli implementati solo a livello locale, affiancati da modelli che integrano i due approcci. I paesi con punteggi più elevati mostrano approcci strutturati e multilivello, i paesi con punteggi più bassi presentano tendenzialmente proposte di ESS non ancora pienamente strutturate. Lo studio evidenzia l'importanza di: (i) standard nazionali chiari, (ii) strumenti operativi per le scuole, (iii) integrazione sistemica dell'ESS nei curricula, e (iv) collaborazione strutturata tra scuole e stakeholder.

Parole chiave: Educazione per lo Sviluppo Sostenibile; TIMSS; politiche educative; indagini internazionali su larga scala (ILSAs).

Credit author statement

Il contributo si intende opera congiunta delle autrici. Ai fini dell'attribuzione delle parti, sono da attribuirsi a Cinzia Angelini il paragrafo 1, a Giada Viotti i paragrafi 2.2., 3.3., 3.4., 3.5., 4.2., 4.3. e 5 e a Sara Gabrielli i paragrafi 2.1., 3., 3.1., 3.2., 4.1. e 6.

1. Introduzione

Negli ultimi decenni è maturata la consapevolezza che perseguire il benessere implichi assumersi la responsabilità dei limiti ecologici del pianeta: questa è l'essenza dello sviluppo sostenibile, definito dal Rapporto Brundtland nel 1987 come la capacità di soddisfare i bisogni di oggi senza compromettere quelli di domani. Il messaggio è inequivocabile: clima ed ecosistemi fissano il perimetro del benessere collettivo. L'urgenza di tagliare rapidamente le emissioni per restare vicino a +1,5 °C entro il 2030 (IPCC, 2018) e l'evidenza del degrado dei servizi ecosistemici (Millennium Ecosystem Assessment [MEA], 2005) rendono evidente la necessità di politiche e pratiche che riorientino il modo di agire dell'uomo sul pianeta. A fronte di queste evidenze, sia nella sfera pubblica sia in quella privata si cerca attivamente un equilibrio praticabile, attraverso azioni che coinvolgano la riprogettazione dei processi produttivi per ridurre l'impatto ambientale, la diffusione di pratiche come la raccolta differenziata e l'ampliamento dell'impiego delle energie rinnovabili. Sul piano normativo, gli attori istituzionali negoziano impegni e strumenti più sostenibili. Qualcosa si muove, ma i cambiamenti più incisivi richiedono un doppio movimento: politiche efficaci che agiscano a livello macro e trasformazioni individuali e comunitarie che operino nelle abitudini quotidiane. È proprio a livello micro che l'educazione diventa cruciale. Nella prospettiva ecologica di Bronfenbrenner, gli esiti di sviluppo e i comportamenti responsabili – tra cui la responsabilità ambientale – maturano all'incrocio dei microsistemi famiglia, scuola, gruppi dei pari e comunità. È la loro sinergia a orientare nel tempo disposizioni, valori e scelte (Bronfenbrenner, 1979). In questo quadro, la scuola, in quanto microsistema che dialoga con altri ambienti, si presenta come “comunità in miniatura”, interpretabile in senso deweyano come luogo privilegiato in cui rendere esperienziale anche la cittadinanza sostenibile (Dewey, 2018). Coerentemente, UNESCO (2020) e Consiglio europeo (2022) promuovono un approccio di istituto in cui curriculum, ambienti, governance, relazioni con famiglie e territorio si muovano in direzione della sostenibilità. Alla luce di tale centralità della scuola, L'Educazione per lo Sviluppo Sostenibile (ESS) è divenuta parte integrante dell'Agenda 2030 (target 4.7), con l'obiettivo di integrare nei curricoli conoscenze, valori e competenze per promuovere stili di vita sostenibili, cittadinanza globale e cultura di pace (United Nations, 2015). In particolare, la scuola primaria merita particolare rilievo, dal momento che la fascia tra i 6 e i 10 anni è decisiva non solo per il consolidamento delle alfabetizzazioni di base, ma anche perché particolarmente sensibile allo sviluppo delle disposizioni socio-emotive e civiche, allenabili a scuola e predittive di esiti futuri in termini di apprendimento, salute e cittadinanza attiva (OECD, 2015; 2019). Si tratta, dunque, del primo gradino su cui innestare in modo intenzionale e sistematico i semi della sostenibilità. Il primo passo perché la sostenibilità entri stabilmente nella vita scolastica è la definizione, a livello di policy educative, di cornici curriculari chiare che orientino la progettazione dei docenti e attivino le leve organizzative in ottica sistemica. Occorre dunque risalire alle scelte dei decisori e osservare come i sistemi traducano l'ESS nel curriculum, in modo da mapparne i modelli di integrazione e valutarne la coerenza a livello nazionale e internazionale. Una mappatura internazionale potrebbe permettere ai decisori politici e scolastici di individuare strategie efficaci e/o criticità ricorrenti utili a rafforzare l'integrazione della sostenibilità nei contesti scolastici. Le evidenze tratte dal confronto possono, infatti, orientare scelte curriculari e investimenti formativi, per rispondere anche agli obiettivi dell'Agenda 2030. È a partire da questa prospettiva interpretativa che, al fine di osservare a livello globale come i sistemi educativi abbiano integrato l'ESS nella scuola primaria, questo studio utilizza i dati del Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) 2023 dell'International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). Dal 2019 TIMSS ha introdotto la scala di Consapevolezza Ambientale (Environmental Awareness), ulteriormente ampliata nel ciclo 2023 (IEA, 2022). Il focus è sulle informazioni ricavabili dalla TIMSS 2023 Encyclopedia: Education Policy and Curriculum in Mathematics and Science per il grado 4 (scuola primaria), in cui i referenti nazionali hanno riportato elementi relativi all'integrazione della sostenibilità in ambito scolastico. L'Encyclopedia combina i Questionari di contesto e capitoli nazionali, offrendo un profilo comparativo delle cornici di policy, dell'architettura curricolare e delle priorità dichiarate. Questo studio si inserisce in un programma di ricerca più ampio che, utilizzando i dati di indagini robuste come quelle internazionali di IEA e OCSE, mira a raccogliere evidenze dalle diverse agenzie educative in una prospettiva sistemica in merito all'ESS. Il presente contributo, che costituisce una porzione di tale disegno, ha l'obiettivo di proporre una mappatura dei modelli di integrazione della sostenibilità nella scuola primaria a livello internazionale, a partire dalle informazioni ricavate dalla TIMSS 2023 Encyclopedia. Tale map-

patura consente di riflettere sulle differenti configurazioni curriculari e di policy e su come esse si associno ai profili di consapevolezza ambientale degli studenti delineati nel framework di TIMSS. In questo modo si vuole offrire un quadro comparativo utile sia al confronto tra sistemi, sia allo sviluppo di policy educative orientate alla sostenibilità.

2. Quadro teorico

2.1 L'Educazione per lo Sviluppo Sostenibile (ESS)

La sostenibilità ambientale è oggi una priorità condivisa a livello globale e comunitario, che coinvolge tanto la collettività quanto i singoli individui. La tensione crescente tra le esigenze dell'umanità e la capacità rigenerativa del pianeta rende sempre più urgente un ripensamento dei modelli di sviluppo (Richardson et al., 2023). L'idea di Sviluppo Sostenibile (SD) nasce proprio con l'intento di conciliare il benessere presente con il rispetto dei bisogni delle generazioni future (Nazioni Unite, 2015). In questo contesto, l'educazione assume un ruolo strategico: è attraverso i processi educativi che si possono promuovere comportamenti responsabili, stimolare una visione critica delle questioni ambientali e formare cittadini capaci di affrontare in modo consapevole le complesse sfide del nostro tempo (Vare & Scott, 2007; Ainin & Asafri, 2023). L'Educazione per lo Sviluppo Sostenibile – riconosciuta ufficialmente dal Decennio delle Nazioni Unite sull'ESD (UN Decade of Education for Sustainable Development, DESD; 2005-2014) e successivamente rafforzata con l'inclusione negli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (Sustainable Development Goals, SDGs), in particolare nell'Obiettivo 4 – mira a dotare gli studenti di conoscenze, competenze e atteggiamenti necessari per affrontare le questioni ambientali, sociali ed economiche in modo lungimirante. Gli obiettivi principali dell'ESS comprendono: (i) sviluppo di competenze per la sostenibilità: stimolare il pensiero critico, la capacità di prefigurare scenari futuri e prendere decisioni condivise; (ii) promozione di atteggiamenti responsabili: accrescere la sensibilità verso le problematiche ambientali e sociali; (iii) preparazione all'azione: fornire conoscenze e abilità che consentano di intraprendere scelte coerenti con la tutela dell'ambiente (UNESCO, 2020). L'ESS non si esaurisce nella trasmissione di contenuti teorici, ma favorisce anche metodi didattici interattivi che coinvolgono in prima persona gli studenti, invitandoli a confrontare idee, a cogliere la complessità dei fenomeni e a sviluppare soluzioni non predeterminate (Boeve-de Pauw et al., 2015). In questo modo si vuole incoraggiare una partecipazione attiva, capace di tradurre le conoscenze acquisite in senso critico e azione concreta (Henderson & Tilbury, 2004). La scuola rappresenta, quindi, un ambito privilegiato per promuovere l'ESS, poiché gran parte dell'educazione delle nuove generazioni si realizza all'interno dei sistemi formali di istruzione. Alla luce di tale considerazione, negli ultimi anni, molti paesi hanno aggiornato i propri curricula per includere contenuti relativi alla sostenibilità. L'efficacia di tali politiche si gioca in buona parte sulla formazione specifica dei docenti, la quale rappresenta una leva essenziale per trasformare gli orientamenti curriculari in pratiche quotidiane e per garantirne un'attuazione coerente sia a livello centrale sia nei contesti locali. Una preparazione mirata sui temi della sostenibilità non riguarda soltanto l'aggiornamento relativo ai contenuti, ma implica lo sviluppo di competenze professionali che permettano di adottare metodologie partecipative, lavorare in chiave interdisciplinare e sostenere negli alunni e nelle alunne forme di agency e pensiero critico, che costituiscono il cuore dell'educazione alla sostenibilità. A livello centrale, la disponibilità di linee guida chiare, percorsi formativi strutturati e processi di accompagnamento professionale risulta decisiva per assicurare che l'integrazione dell'ESS non rimanga a livello dichiarativo, ma trovi continuità e coerenza nell'azione didattica; sul piano locale, la formazione docente assume un rilievo altrettanto cruciale, dal momento che è nelle scuole che gli orientamenti centrali trovano la loro attuazione e si confrontano con i vincoli organizzativi, culturali e territoriali che modellano quotidianamente le pratiche educative. Nei paesi in cui la strutturazione curricolare dell'ESS non è stata ancora pienamente definita, la formazione degli insegnanti assume un ruolo particolarmente strategico, in quanto agenti di cambiamento che rendono possibile il passaggio dall'interpretazione degli orientamenti di policy alla loro traduzione e adattamento alle condizioni reali delle classi. Rafforzare la professionalità docente in questa fase diventa quindi essenziale per sostenere processi didattici efficaci nell'educare alla sostenibilità e per assicurare continuità e concretezza agli obiettivi delineati a livello curricolare nella quotidianità scolastica. È importante sottolineare che, nel

processo di consolidamento delle conoscenze e nella loro traduzione in pratiche concrete, l'educazione formale è affiancata da contesti formali e non formali, quali la famiglia, i media e le comunità locali (Krnél & Nagli, 2009). La sinergia tra questi ambienti di vita può orientare l'apprendimento sui temi ambientali verso comportamenti quotidiani più sostenibili. Tale integrazione tra scuola e territorio non è però automatica: richiede un coordinamento istituzionale e competenze professionali capaci di costruire una continuità educativa tra i diversi ambienti di apprendimento, valorizzando il contributo di ciascun attore senza delegare ad altri la responsabilità formativa primaria della scuola.

2.2 Politiche per l'ESS e indagini internazionali

Già a partire dai primi anni del XXI secolo, molti paesi hanno iniziato a rinnovare le proprie politiche educative in favore dell'ESS, riconoscendola come una delle principali opportunità formative per sensibilizzare le giovani generazioni ai temi della sostenibilità (UNESCO, 2014). Tuttavia, l'introduzione dell'ESS ha seguito tempi e modalità differenti nei contesti nazionali: accanto a paesi con una lunga tradizione nell'ambito dell'educazione ambientale, ve ne sono altri che si sono avvicinati solo più recentemente a questo approccio. Come evidenziato dal report dell'UNESCO, *Shaping the future we want* (2014), le strategie adottate dai governi possono variare significativamente. Questa eterogeneità di approcci all'ESS riflette la pluralità di visioni e priorità educative esistenti a livello globale, offrendo uno spunto per riflettere su quali strategie possano risultare più efficaci nei diversi contesti locali. L'UNESCO ha evidenziato la presenza di pattern fortemente differenziati tra i paesi nell'adozione dell'ESS e ha sottolineato la necessità di disporre di studi comparativi affidabili per monitorare l'implementazione a livello internazionale e supportare l'elaborazione di politiche efficaci. In questa prospettiva, l'indagine internazionale TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study), realizzata dalla IEA, offre un riferimento prezioso per comprendere come i sistemi educativi stiano affrontando il tema della sostenibilità. A partire dal 2019, TIMSS ha incluso, all'interno della valutazione delle scienze, una scala di Consapevolezza Ambientale (Environmental Awareness), attraverso la quale è possibile ottenere indicazioni sul livello di conoscenze ambientali e sugli atteggiamenti e comportamenti sostenibili (Environmental Attitudes and Behaviors) degli studenti. Nel 2023, l'indagine ha ulteriormente approfondito il tema della sostenibilità attraverso i Questionari di contesto (Context Questionnaires), rivolti a studenti, famiglie, insegnanti e dirigenti scolastici e arricchiti con sezioni specifiche dedicate agli atteggiamenti e ai comportamenti degli studenti verso l'ambiente e la sostenibilità. La molteplicità di strumenti consente di andare oltre la semplice verifica delle conoscenze, rilevando i fattori che incidono sullo sviluppo di atteggiamenti e azioni a favore dell'ambiente. La predisposizione a comportamenti sostenibili emerge, dunque, dall'intreccio di dimensioni culturali, sociali, educative e valoriali. Un elemento particolarmente rilevante di TIMSS per l'implementazione dell'ESS da parte dei governi è rappresentato dalla TIMSS Encyclopedia. Nel ciclo del 2023, i National Research Coordinators dei paesi partecipanti hanno fornito informazioni dettagliate sulle politiche di integrazione dell'ESS nei curricoli scolastici, offrendo così l'opportunità di identificare modelli di intervento e buone pratiche potenzialmente replicabili in altri contesti educativi (IEA, 2022). L'analisi dei dati TIMSS, dunque, diventa un'occasione per ispirare politiche di respiro internazionale. Confrontando i risultati ottenuti dai diversi sistemi scolastici, è possibile evidenziare le modalità con cui l'ESS viene affrontata e i relativi esiti in termini di conoscenza ambientale. In un'ottica globale, in cui la questione ambientale coinvolge l'intera umanità, l'approccio comparativo diventa indispensabile per progettare interventi educativi più solidi, orientati a formare cittadini critici, consapevoli e realmente in grado di contribuire alla costruzione di un futuro sostenibile (Commissione Europea, 2022). Sulla base del quadro teorico presentato, lo studio si pone due obiettivi principali:

1. Analizzare le azioni intraprese dai paesi partecipanti a TIMSS 2023, riportate nell'Encyclopedia nel grado 4, al fine di ricostruire le strategie nazionali adottate per l'introduzione dell'ESS;
2. Esplorare i pattern delle politiche di ESS rispetto ai livelli di conoscenze ambientali (Environmental Knowledge, EK), al fine di riflettere sulla qualità e sulla coerenza delle politiche educative per la sostenibilità.

3. Metodo

L'analisi è stata condotta seguendo un approccio bottom-up, esaminando le risposte dei paesi fornite per il grado 4 all'item GEN12 (*Are there any national efforts or initiatives related to promoting sustainability or environmentalism in schools in our country?*) e GEN12T (*If yes, please describe.*) dell'Encyclopedia TIMSS 2023, relativo alle iniziative nazionali per promuovere la sostenibilità nelle scuole. Sono stati inclusi 51 paesi partecipanti alla scala di Environmental Awareness di TIMSS 2023, escludendo 6 paesi benchmark (Ontario, Quebec, Kurdistan, Abu Dhabi, Dubai e Sharjah) e 3 paesi (Bulgaria, Danimarca e Georgia) che hanno dichiarato di non promuovere iniziative nazionali. L'analisi ha seguito un approccio articolato, strutturato in due fasi principali di categorizzazione, entrambe caratterizzate da una procedura di codifica indipendente e dalla successiva verifica dell'accordo tra valutatori.

3.1 Prima fase di categorizzazione (Categorizzazione I)

In una prima fase è stata condotta una categorizzazione preliminare delle risposte all'item GEN12T per il grado 4, contenuto nella TIMSS 2023 Encyclopedia. Una prima lettura indipendente del corpus dei dati, da parte delle due valutatrici¹, ha consentito di identificare ricorrenze e somiglianze tra le risposte e raggrupparle in categorie descrittive, con il criterio di generare categorie esaustive e non sovrapponibili. Per valutare il livello di accordo tra le due codifiche è stato utilizzato il coefficiente di Cohen's Kappa, che ha restituito un valore di $K = 0,79$ ($DS = 0,04$), indicativo di una buona concordanza inter-valutatore. Si è svolta così una revisione del modello guidata da alcune domande (Batini et al., 2020), quali ad esempio: *Le categorie funzionano in relazione al set di dati? Comprendono tutto il set di dati? Cosa ci dicono le evidenze? Che realtà emerge?*

3.2 Seconda fase di categorizzazione (Categorizzazione II)

Per rispondere ai dubbi sorti, le categorie preliminari sono state confrontate con i principali riferimenti teorici e internazionali (ad es. UNESCO, 2015), allo scopo di costruire un secondo sistema di categorie maggiormente fondato sul piano teorico. Il modello di categorie è stato, dunque, parzialmente modificato. Anche questa seconda fase ha previsto una codifica indipendente da parte delle due valutatrici e il calcolo del coefficiente di Cohen's Kappa, che ha restituito un valore di $K = 0,89$ ($DS = 0,06$), a indicare un'elevata affidabilità del sistema di classificazione. Dato l'ampio respiro di alcune risposte, le categorie – sebbene non sovrapponibili – non sono mutualmente esclusive. Per ogni risposta è, infatti, possibile prevedere più di una categoria.

3.3 Analisi dei cluster

L'analisi dei cluster è stata condotta con finalità esplorative, al fine di identificare eventuali configurazioni ricorrenti nei profili di politiche educative in materia di sostenibilità ambientale adottate dai paesi partecipanti. Per l'individuazione del numero ottimale di cluster è stato adottato un approccio misto. In una fase preliminare, è stata effettuata una cluster analysis gerarchica agglomerativa con metodo di Ward, la cui visualizzazione tramite dendrogramma ha permesso di ottenere una prima indicazione sulla struttura dei dati e sul possibile numero di gruppi. Sulla base delle evidenze emerse, è stato quindi applicato l'algoritmo K-means per la definizione finale dei cluster, al fine di osservare la distribuzione delle categorie all'interno di ciascun profilo. Tale analisi si è articolata in due fasi distinte:

¹ La prima e la seconda autrice di questo contributo.

a. Prima analisi (senza variabile EK)

Nella prima fase, la variabile Conoscenze Ambientali (EK) è stata esclusa, al fine di osservare la configurazione dei profili di policy educative adottati dai diversi paesi, indipendentemente dai risultati degli studenti nella scala di conoscenza ambientale. Questo passaggio ha permesso di identificare eventuali ricorrenze e somiglianze tra le scelte politiche, basandosi unicamente sulle informazioni di tipo qualitativo raccolte attraverso l'Encyclopedia.

b. Seconda analisi (inclusa la variabile EK)

La seconda analisi ha incluso la media nazionale nella scala EK. La variabile è stata preventivamente standardizzata, al fine di garantirne la comparabilità con le variabili categoriali e contenere l'influenza derivante dalla sua diversa scala metrica. L'obiettivo era quello di esplorare la stabilità dei cluster emersi nella prima fase e di osservare in che misura i livelli di conoscenza ambientale degli studenti del grado 4 potessero associarsi ai diversi modelli di politiche educative individuati. È importante sottolineare che l'inserimento della variabile EK non è stato finalizzato a verificare relazioni causali o inferenziali, bensì a indagare, in ottica esplorativa e descrittiva, eventuali pattern di co-occorrenza tra le politiche dichiarate a livello nazionale e le performance scolastiche rilevate nella scala di conoscenza ambientale.

3.4 Analisi delle Corrispondenze Multiple

È stata condotta un'Analisi delle Corrispondenze Multiple (ACM), con l'obiettivo di visualizzare e interpretare la distribuzione dei paesi in relazione alle categorie assegnate, confermando l'esistenza di schemi di associazione tra le variabili e i clusters. Data la natura categoriale e non mutuamente esclusiva delle variabili (ogni paese poteva rientrare in più di una categoria), l'ACM si è rivelata particolarmente adatta a rappresentare in uno spazio bidimensionale la struttura latente dei dati. L'analisi ha permesso di evidenziare vicinanze e distanze tra i paesi, offrendo un supporto descrittivo all'interpretazione qualitativa dei cluster emersi, e ha reso possibile osservare la posizione dei gruppi attraverso la proiezione dei baricentri dei profili individuati. Se da un lato la cluster analysis ha consentito dunque di individuare quattro macro-pattern principali di integrazione dell'ESS nei curricula nazionali, dall'altro restituisce una lettura d'insieme che potrebbe non cogliere pienamente le differenze più sottili all'interno dei gruppi. L'ACM si è quindi rivelata uno strumento di analisi complementare, offrendo una rappresentazione capace di rendere visibili queste variazioni interne e di evidenziare la diversa prossimità tra paesi appartenenti allo stesso cluster. L'uso congiunto delle due tecniche rende possibile, quindi, ottenere una lettura più precisa della struttura interna dei gruppi, mettendo in luce aspetti che non erano immediatamente riconoscibili nella classificazione iniziale.

3.5 Analisi descrittive

Sono state condotte analisi descrittive sulle categorie individuate, con l'obiettivo di fornire un contesto interpretativo alle strategie dichiarate dai paesi per l'implementazione dell'ESS nella scuola primaria (grado 4).

4. Risultati

4.1 Il modello di categorie

Il processo di analisi dei dati ha condotto alla costruzione del modello di categorie che descrive le pratiche per la promozione dell'ESS adottate nei paesi rispondenti per il grado 4 (scuola primaria). La categorizzazione è stata svolta in due fasi, già descritte, che hanno condotto ad un definitivo modello categoriale (Tab. 1). L'analisi ricorsiva delle evidenze ha mostrato sin dalle prime fasi la presenza di contesti nazionali nei quali vengono promosse direttive giuridicamente vincolanti che richiedono alle istituzioni scolastiche l'attuazione di azioni specifiche in materia di ESS. Tali strategie includono, tra le altre, programmi di for-

mazione per il personale docente, la produzione e la diffusione di risorse educative su scala nazionale, nonché ulteriori interventi sistemici volti a consolidare l'ESS. Tali pratiche sono state ricondotte a un modello di politiche nazionali strutturate, orientate a un rafforzamento dell'ESS attraverso un approccio top-down, e sono state categorizzate come "Direttive nazionali".

Categoria	Descrizione	Evidenze tipiche
Direttive nazionali	Direttive nazionali giuridicamente vincolanti che richiedono alle istituzioni scolastiche l'attuazione di azioni specifiche in materia di ESS	"As part of the national sustainability agenda under the Singapore Green Plan 2030, the Ministry of Education has introduced an Eco Stewardship Programme in schools, which builds on current efforts to infuse sustainability education through curriculum, campus, culture and community. Sustainability features and related concepts are piloted in selected schools, as part of the ministry's plans to work towards a two-third reduction of net carbon emissions from all schools, and achieving at least 20% carbon-neutral schools by 2030".
Integrazione nel curriculum	Politiche nazionali che prevedono esplicitamente l'integrazione dell'ESS nei curricula scolastici	"Within the curriculum, environmental topics are cross-cutting topics of various teaching subjects. It is within the discretion of the school to include the optional subject Environmental education in the teaching".
Politiche nazionali soft	Strumenti regolativi nazionali di natura non vincolante, come raccomandazioni o linee guida	"The Ministry of Education has developed P t tara, a resource to support schools and teachers in incorporating sustainability and global citizenship across the curriculum. EnviroSchools is also an initiative that early childhood centers and schools can adopt. This involves them committing to a long-term sustainability plan, where students connect with environment, then plan, collaborate, and act in their local communities".
Iniziative locali	Iniziative promosse a livello locale, in contesti formali o non formali (regionale, municipale, comunitario)	"Starting from 2021, special non-formal STEAM initiative has been launched for children to be able to participate in various activities related to STEAM disciplines. The Lithuanian Agency for Non-Formal Education organizes projects, competitions, conferences, and other initiatives for Lithuanian students and teachers. Additionally, there are private company initiatives for schools". "Cleaning of the area near the school, tree planting".
Partenariati e collaborazione con gli stakeholder	Reti collaborative che coinvolgono istituzioni pubbliche, attori privati e organizzazioni della società civile (soprattutto Organizzazioni Non Governative)	"The Eco-school Network: The Network has been operating since March 2000 as an implementation of the eco-school program of the international environmental education network ENSI (School Environmental Education Initiatives), coordinated by the Development and Innovation Centre of the Institute for Educational Research and Development, with the professional and financial support of the Ministry of National Resources and the Ministry of Rural Development". "Schools can benefit from a number of activities (teacher training, implementation of pedagogical and learning projects) carried out by nongovernmental organizations (NGOs) and teacher training institutions. The themes of the activities depend on the school's needs and their choice is up to the teachers and the school principal".

Tab. 1: Modello di categorie delle risposte all'item GEN12T (TIMSS Encyclopedia)

Il confronto tra le valutatrici e l'analisi della letteratura di riferimento, in particolare nella seconda fase del processo di categorizzazione, ha consentito di distinguere, all'interno delle direttive nazionali, quelle politiche che prevedono l'integrazione dell'ESS nei curricula scolastici. Tale integrazione può avvenire sia attraverso l'introduzione di discipline dedicate, sia mediante percorsi interdisciplinari. A partire da questa distinzione, è stata istituita una categoria specifica, denominata "Integrazione nel curriculum". In altri contesti nazionali, pur in presenza di un incoraggiamento esplicito verso l'adozione di pratiche educative orientate alla sostenibilità, è assente un impianto normativo centrale e strutturato. L'attuazione dell'ESS si basa, in questi casi, su strumenti regolativi di natura non vincolante, come raccomandazioni o linee guida nazionali. Tali esperienze sono state inserite nella categoria "Politiche nazionali soft". Alcuni paesi promuovono l'ESS anche sulla base delle priorità espresse dalle comunità o dalle singole istituzioni scolastiche, interessando contesti educativi sia formali sia non formali. Sono state, dunque, rilevate iniziative a livello locale (regionale, municipale, comunitario). Tali pratiche sono confluite nella categoria "Iniziative locali". In questi paesi prevale un approccio decentrato e non sistemico, fortemente dipendente dalla volontà e dalle risorse degli attori locali, come enti regionali, municipali o comunali; sebbene a volte siano affiancate da direttive nazionali strutturate. L'implementazione di tali iniziative è spesso affidata alle singole realtà scolastiche. Infine, in alcuni paesi, sono promosse reti collaborative che coinvolgono istituzioni pub-

bliche, attori privati e organizzazioni della società civile (soprattutto Organizzazioni Non Governative) che si impegnano congiuntamente per sostenere e ampliare le iniziative di ESS, generando “Partenariati e collaborazione con gli stakeholder”. Tali partenariati appaiono coerenti con il quadro delineato dall’UNESCO (2015) e contribuiscono ad ampliare la portata delle iniziative a livello locale attraverso funzioni differenziate: il settore pubblico assicura coordinamento e indirizzo normativo; il settore privato fornisce supporto operativo e risorse per progetti scolastici; le organizzazioni della società civile (soprattutto le Organizzazioni Non Governative) svolgono un ruolo chiave nella sensibilizzazione, nel supporto allo sviluppo professionale e organizzativo e nell’attivazione di reti comunitarie.

4.2 Analisi dei cluster

L’analisi dei cluster è stata avviata attraverso un approccio gerarchico agglomerativo con metodo di Ward, accompagnato dalla visualizzazione tramite dendrogramma, che ha fornito una prima indicazione visiva sulla struttura dei dati e sul possibile numero di gruppi, oscillante tra tre e quattro (Fig. 1). Tuttavia, la scelta definitiva è stata affinata mediante un’analisi di cluster non gerarchica, per verificare la coerenza e l’interpretabilità delle soluzioni individuate.

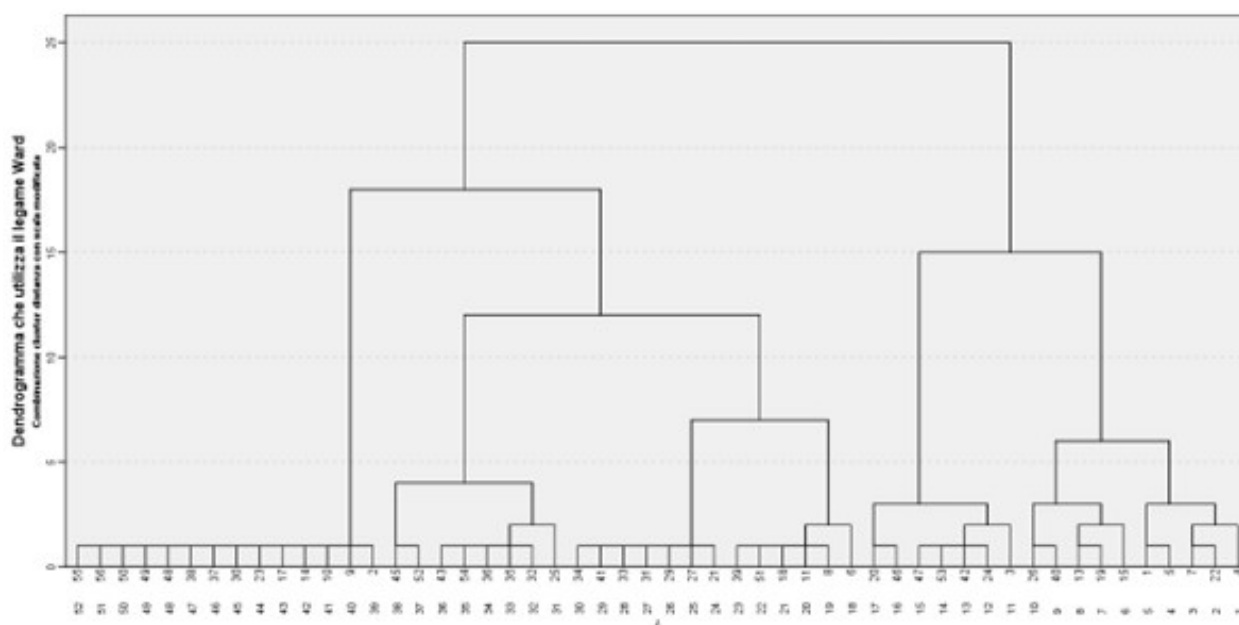


Fig. 1: Analisi dei cluster, dendrogramma

Sulla base del sistema di categorie individuato, la configurazione più stabile è risultata quella con quattro cluster, che costituiscono i pattern ricorrenti adottati dai paesi nell’implementazione dell’ESS. L’inserimento della variabile Conoscenze Ambientali (EK) ha determinato una parziale ma coerente riorganizzazione dei gruppi, evidenziando una progressiva distribuzione dei punteggi medi standardizzati lungo i cluster, dal profilo meno strutturato a quello più consolidato in termini di politiche educative. A fini puramente esplorativi, è stata condotta un’analisi della varianza (ANOVA, Tab. 2) per osservare l’entità delle differenze tra i cluster. Sebbene il test F debba essere interpretato con cautela, in quanto i cluster sono stati definiti per massimizzare la varianza tra i gruppi, i risultati suggeriscono che le variabili più discriminanti sono: Direttive nazionali ($F = 130,76$), Integrazione nel curriculum ($F = 102,32$), Partenariati e collaborazione con gli stakeholder ($F = 80,97$).

Variabile	gl tra	MQ tra	gl entro	MQ entro	F	p
Integrazione nel curriculum	3	3,684	47	0,036	102,322	< .001
Direttive nazionali	3	2,568	47	0,020	130,760	< .001
Politiche nazionali soft	3	2,005	47	0,120	16,739	< .001
Iniziative locali	3	1,015	47	0,183	5,545	.002
Partenariati e collaborazione con gli stakeholder	3	1,307	47	0,170	7,680	< .001
Punteggio Z: punteggio medio di conoscenza ambientale (EK)	3	13,965	47	0,172	80,969	< .001

Tab. 2: Analisi della varianza (ANOVA) descrittiva dei cluster²

Questi risultati rafforzano l'ipotesi secondo cui la presenza di politiche nazionali strutturate e l'integrazione dell'ESS nei curricula scolastici rappresentano elementi chiave nella differenziazione dei profili dei paesi. Inoltre, i dati evidenziano una possibile associazione tra le scelte politiche e i livelli di conoscenza ambientale degli studenti. Il grafico seguente (Graf. 1) offre una panoramica comparativa della distribuzione della conoscenza ambientale (EK) e del rendimento medio in scienze tra i paesi, evidenziando una generale corrispondenza tra le due dimensioni, sebbene con alcune discrepanze. I colori mostrano come i cluster delle politiche ESS si posizionano lungo entrambe le scale. Il primo cluster, Prevalenza di politiche locali, raccoglie paesi caratterizzati da una governance frammentata, in cui l'attuazione dell'ESS è affidata principalmente alle autorità locali o alle singole istituzioni scolastiche. I risultati nella scala di Conoscenze Ambientali (EK) tendono a essere inferiori alla media internazionale, ad eccezione di paesi come Portogallo e Paesi Bassi, dove la presenza di una cultura favorevole all'educazione alla sostenibilità potrebbe compensare l'assenza di direttive nazionali. La Germania rappresenta un caso intermedio, grazie all'esistenza di linee guida non vincolanti che contribuiscono a un coordinamento parziale degli interventi. Questo profilo include circa il 16% dei paesi con punteggi EK superiori alla media internazionale (Portogallo, Paesi Bassi, Germania) e circa il 44% dei paesi con punteggi EK inferiori alla media internazionale, tra cui Armenia, Bosnia ed Erzegovina, Macedonia del Nord e Arabia Saudita. Nel secondo cluster, Integrazione nel curriculum, sono inclusi paesi in cui l'ESS è formalmente integrata nei curricula scolastici in modo obbligatorio. Tuttavia, l'efficacia delle politiche adottate appare eterogenea, come mostrano i risultati ottenuti nella scala di Conoscenze Ambientali (EK). In particolare, i paesi di questo gruppo sono distribuiti nei seguenti livelli di performance in EK: 33,3% tra i top performer (es. Finlandia, Giappone e Irlanda), 41,7% tra i paesi sopra la media internazionale, 62,5% nella fascia media (es. Italia e Repubblica Ceca), 11,1% tra i paesi sotto la media, 25,0% tra i low performer (es. Kosovo e Marocco, che rappresentano anche i casi di introduzione più recente). Il cluster Politiche nazionali soft e collaborazione con gli stakeholder include paesi caratterizzati da una governance non centralizzata e su forme di partenariato con attori esterni, quali organizzazioni non governative, enti locali e altri stakeholder. La composizione del cluster rispetto ai livelli di performance in EK è la seguente: 41,7% tra i paesi sopra la media internazionale (es. Nuova Zelanda, Lituania, Canada, Ungheria), 37,5% tra i paesi con performance nella media (es. Emirati Arabi Uniti e Cile), 75,0% tra i low performer, indicando che questo tipo di modello potrebbe essere caratteristico delle fasi iniziali di sviluppo dell'ESS, dove la presenza di attori locali o partenariati può supplire temporaneamente all'assenza di una strategia nazionale strutturata.

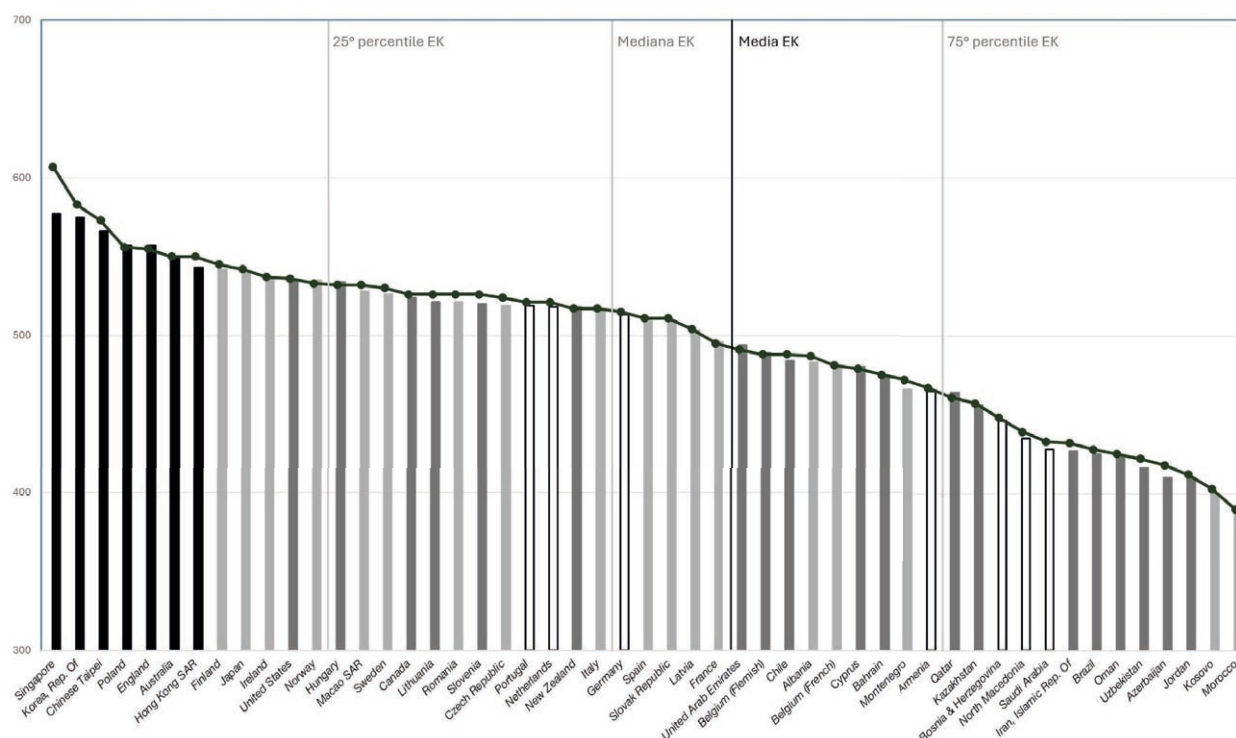
2 test F sono utilizzati esclusivamente a fini descrittivi, poiché i cluster sono stati costruiti per massimizzare le differenze interne ed esterne. Per questo motivo, i livelli di significatività non possono essere interpretati come prova dell'ipotesi che le medie dei cluster siano realmente diverse nella popolazione.

Legenda

- Cluster 1** Iniziative locali
 Cluster 2 Integrazione nel curriculum
 Cluster 3 Politiche nazionali soft
 Partenariati e stakeholder
 Cluster 4 Integrazione nel curriculum
 Direttive nazionali
 Iniziative locali

—●— Punteggio medio in Scienze – Grado 4





Barra: Punteggio medio in Conoscenza ambientale (EK) – Grado 4

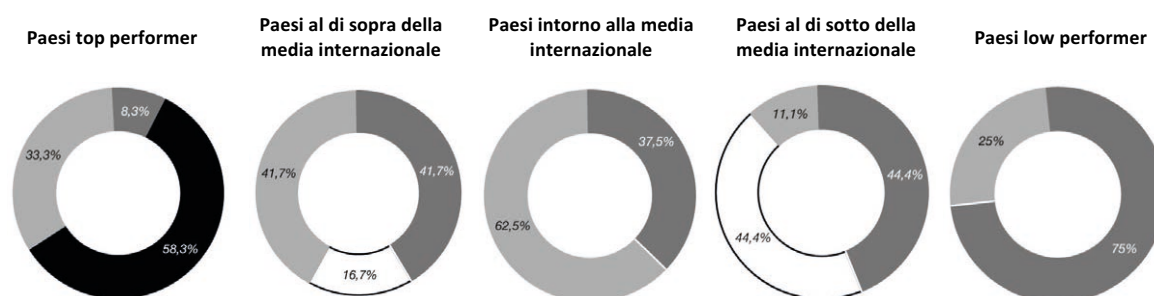


Graf. 1: Distribuzione internazionale della conoscenza ambientale (EK) per cluster basati su politiche e quartili, con una panoramica dei punteggi in scienze – Grado 4

Gli Stati Uniti rappresentano un caso particolare di questo cluster, coerente con il sistema federale che li caratterizza e che prevede un'ampia autonomia decisionale in materia di istruzione a livello statale e locale. Il quarto cluster, Sistemi integrati e multilivello, è composto esclusivamente da paesi top performer nella scala di Conoscenze Ambientali (EK): Singapore, Corea del Sud, Taipei Cinese, Polonia, Inghilterra, Australia e Hong Kong SAR. Si tratta di sistemi educativi che si distinguono per la presenza di strategie nazionali vincolanti, integrazione curricolare dell'ESS, coinvolgimento degli attori locali e coordinamento tra i diversi livelli di governance. L'ESS risulta pienamente integrato nei curricoli di scienze, assumendo una valenza sistemica e interdisciplinare, che ne favorisce una trattazione articolata e continua nel tempo scolastico.

Legenda

	Cluster 1	Iniziative locali
	Cluster 2	Integrazione nel curriculum
	Cluster 3	Politiche nazionali soft Partenariati e stakeholder
	Cluster 4	Integrazione nel curriculum Direttive nazionali Iniziative locali



Graf. 2: Analisi delle politiche ESS per livelli di performance dei paesi – Grado 4

La coerenza tra dimensione normativa, curricolare e territoriale sembra costituire un elemento distintivo di questi contesti, in cui le politiche ambientali educative si sviluppano su più livelli in maniera coordinata. I precedenti grafici (Graf. 2) restituiscono la distribuzione dei cluster di politiche ESS all'interno dei gruppi di paesi, ordinati in base alla performance media in EK. Ad esempio, il Cluster 4 (approccio integrato e multilivello) è prevalente tra i paesi con alte performance, mentre gli approcci più soft sono presenti maggiormente tra i gruppi con performance inferiori.

4.3 Analisi delle Corrispondenze Multiple (ACM)

L'Analisi delle Corrispondenze Multiple (ACM) ha restituito una rappresentazione bidimensionale in cui le prime due dimensioni spiegano complessivamente il 72,08% della varianza totale. L'analisi ha messo in evidenza due assi interpretativi principali: uno legato alla coerenza e sistematicità delle politiche nazionali, l'altro all'autonomia e all'attivazione locale. Come si può osservare nella Tab. 3, la prima dimensione, che da sola spiega il 48,24% della varianza, distingue i paesi in base alla presenza o all'assenza di interventi nazionali strutturati per l'implementazione dell'ESS. Su un polo si collocano i paesi che presentano curricoli obbligatori (Integrazione nel curriculum, "INT_CUR" = 16,5%), normative centrali – sia vincolanti che soft (Direttive nazionali, "NA_MAND", 15,4%; Politiche nazionali soft, "NA_SOFT" = 19,6%) e forme di coinvolgimento degli stakeholder (Partenariati e collaborazione con gli stakeholder, "STAK_PAR" = 10,7%). Questi elementi definiscono un orientamento sistemico, integrato e coordinato. All'estremo opposto si posizionano i paesi con approcci frammentati o assenti, evidenziando come la prima dimensione rappresenti un gradiente di strutturazione delle politiche educative ambientali a livello centrale. Di seguito (Graf. 3), viene riportato il biplot, che spiega il 70% della varianza totale e utilizza ellissi colorate per visualizzare i cluster e i pattern. L'allineamento spaziale mostra, ad esempio, il Cluster 4 (multilivello, alto EK) nel quadrante in alto a destra, mentre il Cluster 1 (politiche locali) si trova vicino all'origine, riflettendo un approccio più frammentato. La seconda dimensione, che spiega il 23,05% della varianza, è fortemente influenzata dalla presenza di iniziative locali (Iniziative locali, "LOC_POL" = 46%) e differenzia i paesi in funzione del ruolo attivo delle scuole o delle comunità nell'attuazione dell'ESS.

	Dim 1	Dim 2
INT_CUR_0	15,86	2,30
INT_CUR_1	16,49	2,39
NA_MAND_0	4,25	3,73
NA_MAND_1	15,44	13,57
NA_SOFT_0	10,72	0,06
NA_SOFT_1	19,65	0,12
LOC_POL_0	0,20	25,32
LOC_POL_1	0,37	46,41
STAK_PAR_0	6,35	2,27
STAK_PAR_1	10,69	3,83

Tab. 3: Contributo delle variabili alle prime due dimensioni dell'Analisi delle Corrispondenze Multiple³**Legenda**

	Cluster 1	Iniziative locali
	Cluster 2	Integrazione nel curriculum
	Cluster 3	Politiche nazionali soft Partenariati e stakeholder
	Cluster 4	Integrazione nel curriculum Direttive nazionali Iniziative locali

Etichette

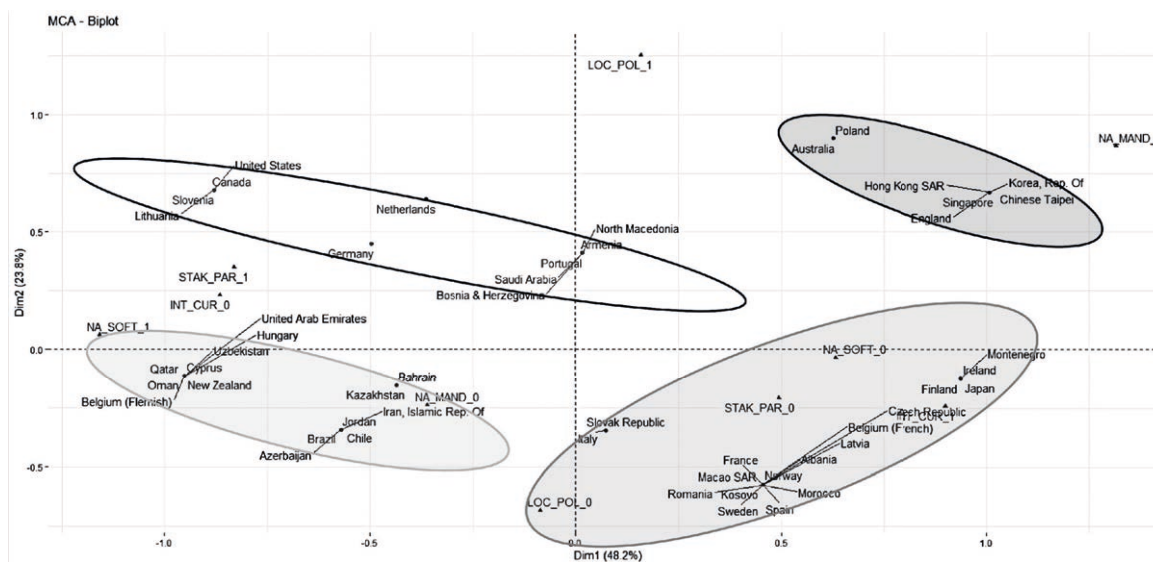
INT_CUR: Integrazione nel curriculum

NA_MAND: Direttive nazionali

NA_SOFT: Politiche nazionali soft

LOC_POL: Iniziative locali

STAK_PAR: Partenariati e collaborazione con gli stakeholder



Graf. 3: Biplot ACM: distribuzione dei paesi e dei cluster per profili di policy ESS

³ Sono riportati solo i contributi delle variabili alle prime due dimensioni dell'ACM, che spiegano la quota maggiore della variabilità e sono utilizzate per la rappresentazione grafica e l'interpretazione dei risultati.

Tale asse può essere interpretato come un indicatore di autonomia territoriale e capacità bottom-up: in alcuni contesti, le progettualità locali sembrano compensare l'assenza di indirizzi nazionali; in altri, invece, l'inattivazione a livello locale rischia di limitare l'efficacia delle politiche centrali, anche quando formalmente presenti. Nel complesso, quindi, la ACM restituisce una mappa in cui le politiche per l'ESS si distribuiscono secondo una tensione tra centralizzazione sistemica e iniziativa locale, suggerendo che l'effettiva implementazione dell'educazione alla sostenibilità non dipende unicamente dalla presenza di linee guida nazionali, ma anche – e forse soprattutto – dalla loro attivazione concreta nei contesti scolastici e territoriali.

5. Discussioni

La categorizzazione è stata svolta in due La categorizzazione emersa dall'analisi dei dati risulta in parte coerente con quanto indicato nella letteratura di riferimento (e.g. UNESCO, 2014). I dati provenienti dall'Encyclopedia TIMSS suggeriscono che il panorama sull'ESS è in evoluzione. In particolare, emerge chiaramente come il numero di paesi che ha introdotto l'ESS nei curricula stia aumentando, segnalando un'attenzione crescente – seppur disomogenea – verso l'educazione allo sviluppo sostenibile a livello internazionale. Questo incremento rappresenta un segnale positivo e un primo passo fondamentale. Tuttavia, per rendere davvero efficace l'implementazione dell'ESS è necessario andare oltre l'inserimento formale nei documenti curriculari (Ainin & Asafri, 2023). Un aspetto importante da sviluppare è infatti la comprensione profonda dei fenomeni che sottendono l'inquinamento, la crisi climatica e i cambiamenti ambientali in atto (IEA, 2022). Tale comprensione richiede l'integrazione di saperi disciplinari (chimica, fisica, biologia, ecologia, scienze naturali), che non possono essere trattati come contenuti separati o opzionali, ma devono essere organizzati in un'ottica sistemica e interdisciplinare. L'integrazione curricolare costituisce dunque un punto di partenza imprescindibile, ma non può agire in isolamento. È altrettanto importante che le diverse azioni di policies – normative, pedagogiche, formative – siano tra loro coerenti e coordinate (Commissione europea, 2022). Non basta “parlare di sostenibilità” nei curricula: occorre garantire anche le condizioni per un insegnamento efficace dei contenuti scientifici, affinché gli studenti possano acquisire strumenti critici e conoscenze solide per comprendere la complessità delle sfide ambientali. Per quanto riguarda la struttura delle politiche, essa risulta estremamente eterogenea. Con l'eccezione del Cluster 4 (Sistemi integrati e multilivello), che include esclusivamente paesi top performer, gli altri cluster si distribuiscono trasversalmente lungo tutta la scala delle performance. Non si intende proporre un'interpretazione di tipo causale. Tuttavia, l'inserimento della variabile EK nell'analisi dei cluster ha confermato una certa stabilità nella struttura dei gruppi, e ha mostrato una progressiva distribuzione dei punteggi medi in conoscenza ambientale lungo un continuum che va dai contesti meno a quelli più strutturati. Questa evidenza suggerisce una possibile associazione tra le politiche educative per l'ESS e i livelli di conoscenza ambientale, ma non consente di affermare l'esistenza di una relazione di causa-effetto. Le analisi descrittive mostrano, in ogni caso, che molti paesi low performer sono anche quelli che, secondo quanto riportato nell'Encyclopedia, hanno avviato più di recente l'integrazione dell'ESS nei curricula. In questi contesti, prevalgono politiche di tipo soft o collaborazioni esplorative, come nel caso del Kosovo o del Marocco, dove l'ESS è stata inserita nei curricula ma non risulta ancora pienamente implementata, in particolare nell'ambito dell'educazione scientifica. I risultati delle tre analisi condotte (cluster analysis, ACM e analisi descrittive) convergono verso un messaggio comune: non è la singola policy a determinare l'efficacia dell'implementazione dell'ESS, ma l'interazione coerente e sistemica di più elementi. L'Analisi delle Corrispondenze Multiple lo evidenzia chiaramente: il fatto che più variabili contribuiscano alla prima dimensione suggerisce che un impatto significativo si ottiene solo quando l'integrazione curricolare è affiancata da normative (vincolanti e non), dal coinvolgimento degli stakeholder e da iniziative locali. L'approccio multilivello, che combina la direzione nazionale con l'attivazione territoriale, sembra essere la condizione più favorevole per un'implementazione efficace dell'ESD. L'inserimento dell'educazione allo sviluppo sostenibile nel curriculum è importante, ma non basta: deve essere accompagnato da formazione, strumenti di attuazione e un quadro normativo coerente. In questo senso, le politiche locali non sono alternative a quelle centrali, ma le completano. Il fatto che esse caratterizzino sia un cluster autonomo (Cluster 1), composto principalmente da paesi con performance inferiori alla media, sia uno degli elementi

del Cluster 4 (approccio strutturato e multilivello), suggerisce che la presenza di iniziative dal basso costituisca una componente essenziale, ma non sufficiente. Un sistema integrato con un approccio multilivello sembra essere, dunque, quello in grado di promuovere un'integrazione verticale dell'ESS: dalle decisioni ministeriali alle pratiche quotidiane di scuole e comunità locali. Le policies evidenziate rappresentano un punto d'origine che può generare buone pratiche per l'ESS. Esse costituiscono uno degli attori che può contribuire allo sviluppo in studenti e studentesse di atteggiamenti di sostenibilità ambientale. Come evidenziato, i contesti scolastici, familiari e governativi devono collaborare sinergicamente affinché la questione ambientale sia considerata prioritaria da tutti gli studenti e le studentesse. I Questionari di contesto di TIMSS consentono di rilevare il contributo di ciascuno degli attori coinvolti, approfondendo anche attitudini, interessi e motivazioni degli studenti inclusi, rispetto allo sviluppo di comportamenti e atteggiamenti sostenibili. L'integrazione dei dati ricavati dalle molteplici fonti presenti in TIMSS consentirebbe di indagare le buone pratiche didattiche e educative per la promozione dell'ESS e l'influenza che esse hanno nello sviluppo di atteggiamenti di protezione e tutela dell'ambiente. Ulteriori indagini potrebbero esplorare in che misura le azioni di ciascun attore contribuiscano allo sviluppo della consapevolezza ambientale (nelle sue diverse declinazioni). Tali approfondimenti possono essere svolti indagando non solo il contesto nazionale, ma anche quello internazionale, in modo da riflettere su quali siano le sinergie che meglio possono promuovere l'implementazione di percorsi di ESS realmente efficaci. Un'ulteriore prospettiva di ricerca potrebbe osservare, in prospettiva longitudinale, le stesse variabili anche nel Grado 8 – anch'esso coinvolto nelle indagini TIMSS – per supportare una lettura dei dati che sposi la trasversalità verticale propria della scuola del primo ciclo.

6. Conclusioni

L'introduzione dell'ESS nel curriculum rappresenta un passaggio fondamentale, ma non è di per sé sufficiente: la sua efficacia dipende dall'integrazione con altri fattori chiave, come il supporto normativo, le tempistiche di implementazione e il coinvolgimento degli stakeholder. Nei paesi in cui la strutturazione curricolare dell'ESS è ancora in fase di definizione o consolidamento e che in questo studio tendono a mostrare livelli di conoscenza ambientale inferiori rispetto ai sistemi con un'implementazione più matura, un intervento centrale maggiormente coordinato, accompagnato da risorse dedicate, formazione per i docenti e strategie operative chiare può favorire un'integrazione più sistemica dell'educazione alla sostenibilità. In questi contesti i processi di implementazione potrebbero risentire anche di condizioni educative e socioeconomiche eterogenee, che modellano in modo diverso le opportunità formative e la capacità delle scuole di tradurre in pratiche quotidiane le indicazioni centrali. Sebbene tali dimensioni non rientrino nel focus di questo studio, esse rappresentano un elemento importante per interpretare più accuratamente le differenze osservate tra sistemi educativi e costituiscono una direzione promettente per approfondimenti futuri. Collocare l'educazione alla sostenibilità all'interno di un quadro comparativo che consideri anche le condizioni di contesto potrà contribuire a restituire una lettura più completa dei processi di implementazione e delle opportunità di sviluppo nei diversi paesi. Un ulteriore aspetto rilevante riguarda il rafforzamento della dimensione scientifica dell'educazione ambientale, che può offrire un fondamento più solido ai processi di apprendimento e orientare in modo più consapevole l'azione didattica. A ciò si affianca la necessità di un equilibrio efficace tra direttive nazionali e flessibilità locale, che le evidenze emerse indicano come un modello promettente per guidare le scuole e promuovere una cultura orientata alla sostenibilità. Tra gli elementi che sembrano avere un ruolo chiave assumono particolare rilievo la definizione di standard nazionali chiari e vincolanti, l'integrazione dell'ESS nel curriculum di scienze in una prospettiva interdisciplinare e la costruzione di partenariati strutturati con università, ONG, aziende e istituzioni pubbliche capaci di sostenere l'azione educativa a livello territoriale. Con l'avvicinarsi del 2030, tali istanze appaiono particolarmente rilevanti: un allineamento coerente tra policy, curricoli e pratiche didattiche sostenuto da formazione, risorse e collaborazioni interistituzionali può favorire la traduzione degli obiettivi dell'Agenda 2030 in risultati concretamente osservabili nei sistemi educativi.

Bibliografia

- Ainin, D. T. & Asafri, H. (2023). Improving Environmental Literacy Through Primar Education: Preparing students as environmental advocates. *PPSDP International Journal of Education*, 2, 110-118.
- Boeve-de Pauw, J., Gericke, N., Olsson, D., & Berglund, T. (2015). The effectiveness of education for sustainable development. *Sustainability*, 7(11), 15693–15717. <https://doi.org/10.3390/su71115693>
- Bronfenbrenner, U. (2002). *Ecologia dello sviluppo umano. Sperimentazioni naturali e progettate* (L. Hvastia Stefani, Trad.). Bologna: Il Mulino. (Opera originale pubblicata 1979).
- Dewey, J. (2018). *Scuola e società* (F. Borruso, a cura di). Roma: Edizioni Conoscenza. (Opera originale pubblicata 1899).
- European Commission, Joint Research Centre. (2022). *GreenComp, the European sustainability competence framework*. Retrieved from <https://data.europa.eu/doi/10.2760/13286>
- Henderson, K., & Tilbury, D. (2004). *Whole school approaches to sustainability: An international review of whole-school sustainability programs*. Australian Research Institute in Education for Sustainability (ARIES), for the Department of the Environment and Heritage, Australian Government.
- IEA (2022). *Timss 2023 environmental attitudes and behaviors framework*. Timss & Pirls Boston College.
- IPCC. (2018). *Global Warming of 1.5°C. Summary for Policymakers*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Krnel, D., & Naglic, S. (2009). Environmental Literacy Comparison between ECO-Schools and Ordinary Schools in Slovenia. *Science Education International*, 20, 5–24.
- Millennium Ecosystem Assessment (MEA). (2005). *Ecosystems and human well-being: Wetlands and water synthesis*. Washington: World Resources Institute.
- OECD. (2015). *Skills for social progress: The power of social and emotional skills*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264226159-en>
- OECD. (2019). *OECD Learning Compass 2030: Concept note*. OECD.
- OECD. (2019). *Transformative competencies for 2030: Concept note*. OECD.
- Richardson, K., Steffen, W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S. E., Donges, J. F., Drüke, M., Fetzer, I., Bala, G., von Bloh, W., & others. (2023). Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Science Advances*, 9(37), eadh2458. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458>
- UNESCO (2014). *Shaping the future we want: UN Decade of Education for Sustainable Development*.
- UNESCO. (2017). *Changing minds, not the climate* [Brochure]. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. <https://en.unesco.org/themes/addressing-climate-change>
- UNESCO. (2020). *Education for sustainable development: A roadmap*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*.
- Vare, P., & Scott, W. (2007). Learning for a Change: Exploring the Relationship Between Education and Sustainable Development. *Journal of Education for Sustainable Development*, 1(2), 191–198. <https://doi.org/10.1177-/097340820700100209>