

Educare per la biodiversità

Approcci, ricerche e proposte

A cura di **Greta Persico, Monica Guerra
e Andrea Galimberti**

Educazione e politiche della bellezza

FrancoAngeli 



Il volume è stato realizzato con il finanziamento dell'Unione europea – Next Generation EU - Missione 4 Componente 2 Investimento 1.4 (CUP H43C22000530001). Progetto *National Biodiversity Future Center* - NBFC.

Centro Servizi Scienze 1, Piazza della Scienza 1, Università degli Studi di Milano-Bicocca.

Le immagini di copertina sono di Elisabetta Mitrovic,
che ringraziamo per la gentile concessione.

Isbn digitale: 9788835170280

Copyright © 2024 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

Publicato con licenza *Creative Commons Attribuzione-Non Commerciale-Non opere derivate 4.0 Internazionale* (CC-BY-NC-ND 4.0)

L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore. L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni della licenza d'uso dell'opera previste e comunicate sul sito

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it>

Indice

Introduzione , di <i>Andrea Galimberti, Monica Guerra e Greta Persico</i>	Pag.	7
1. In cerca di connessioni estetiche. Intrecci tra biodiversità, biosemiotica e pedagogia , di <i>Andrea Galimberti</i>	»	11
2. Teorie e pratiche <i>place-based</i>. Temi e questioni per un'educazione ecologica e biodivera , di <i>Monica Guerra</i>	»	25
3. Educare alla sostenibilità ambientale e per la biodiversità. Una lettura dei documenti internazionali di riferimento , di <i>Francesca Rota</i>	»	41
4. Educare per la biodiversità. Una revisione sistematica della letteratura , di <i>Greta Persico</i>	»	55
5. La ricerca pedagogica per la biodiversità. Tematiche e ambiti di interesse , di <i>Greta Persico</i>	»	70
6. La biodiversità attraverso la consapevolezza delle piante , di <i>Rosa Buonanno</i>	»	95

7. Approcci partecipativi per preservare la biodiversità. Le potenzialità di <i>photovoice</i> per bambine e bambini, di <i>Letizia Luini</i>	»	105
8. Un kit metodologico per educare alla biodiversità. I processi di un progetto condiviso, di <i>Angela Rinaldi</i>	»	119
Autrici e autori	»	135

La ricerca pedagogica per la biodiversità. Tematiche e ambiti di interesse

di *Greta Persico*

In questo capitolo entreremo nel merito dei testi selezionati per il lavoro di revisione della letteratura, qui organizzati in macroaree tematiche. Prima di procedere una premessa di metodo è però necessaria: l'excursus proposto è solo una delle possibili modalità di attraversare i documenti, non è l'unica e in quanto parziale, non ha pretesa di esaustività. Al fine di offrire un percorso di analisi il più possibile chiaro ed esaustivo sono state fatte delle scelte che inevitabilmente comportano una maggior o minor visibilità di aspetti peculiari delle singole ricerche. Nostro malgrado alcuni dei lavori sono qui solamente menzionati, inoltre, salvo rare eccezioni, ciascuna ricerca è stata esplicitamente citata in riferimento alla macroarea più pertinente sebbene in molti casi i contributi apportino elementi di interesse trasversali, ripresi nelle conclusioni.

Conoscenze e immaginari attorno al concetto di biodiversità

Un significativo corpus di ricerche, il secondo più consistente da un punto di vista numerico, affronta la concezione e il livello di conoscenza del concetto di biodiversità in differenti gruppi target. Fiebelkorn e Menzel (2013), in uno tra i pochi studi comparativi che abbiamo incontrato, realizzato in Germania e Costa Rica, indagano sull'idea che hanno gruppi di insegnanti sulla terminologia e sulla loro comprensione della distribuzione e della perdita di biodiversità.

Lo studio evidenzia che «a vent'anni dall'inizio della *Convention on Biological Diversity*, studenti e insegnanti di Costa Rica e Germania abbiano ancora una comprensione ingenua, piuttosto che scientifica, della terminologia, della distribuzione e della perdita di biodiversità» (Fiebelkorn & Menzel, 2013, p. 1607, TdA). Ancora, sebbene la maggior parte degli studenti abbia citato i fattori socioeconomici come causa della perdita di biodiversità, solo un partecipante della Costa Rica ha considerato la loro natura transnazionale, rendendosi conto che «la pressione socioeconomica indotta dai paesi industrializzati stava causando una perdita di biodiversità nei paesi in via di sviluppo» (Fiebelkorn & Menzel, 2013, p. 1606, TdA). Tra i vari risultati della ricerca, emergono quindi sia una carente conoscenza del concetto e delle questioni afferenti alla biodiversità sia una scarsa consapevolezza della dimensione sistemica, a livello locale e a livello globale, che caratterizza la perdita di biodiversità, consapevolezza rilevata in un numero limitato di persone.

Lo studio di Bermudez e Lindemann-Matthies, realizzato in Argentina, è invece finalizzato a «identificare i *framework* di riferimento di studenti delle scuole superiori in materia di biodiversità, valutare la loro comprensione concettuale della biodiversità rispetto alle definizioni scientifiche» (Bermudez & Lindemann-Matthies, 2020, p. 2159, TdA). La metodologia usata, detta *Scenario Approach*, mira a rappresentare differenti componenti della biodiversità all'interno di scenari che raffigurano situazioni plausibili basate su un particolare insieme di ipotesi a partire dalle quali è possibile prefigurare l'impatto delle decisioni gestionali sulla biodiversità. La ricerca ha rivelato una comprensione concettuale limitata della biodiversità da parte di studenti¹ di scuola secondaria, poiché poche sono state le componenti integrate nella concettualizzazione della biodiversità. Inoltre, la ricerca rileva l'assenza di correlazioni tra livello di comprensione della biodiversità con l'ubicazione della scuola o il sesso delle persone partecipanti alla ricerca. Tale esito è in continuità con quanto sostenuto da Prokop *et al.* (2008), i quali non hanno trovato alcuna relazione tra genere delle

¹ Nel testo l'uso del maschile non è da intendersi nella forma sovra estesa. Nel tentativo di mitigare il più possibile forme binarie della lingua e limitare al contempo l'uso della ə (schwa), si è cercato di introdurre locuzioni alternative al fine di conciliare istanze a nostro avviso egualmente importanti: ovvero l'utilizzo di una lingua *gender fair* e la leggibilità dello scritto.

persone partecipanti e decisioni relative a comportamenti di tutela dei contesti ambientali (Bermudez & Lindemann-Matthies, 2020, p. 2182).

A seguire, è utile citare il lavoro di Araujo che indaga l'approccio dei e delle docenti all'insegnamento della biodiversità attraverso una prospettiva evolutiva e, in particolare, l'uso del cladogramma² nelle lezioni di biologia (Araujo *et al.*, 2023). Vi sono poi ricerche che si concentrano sulla conoscenza dei temi legati alla biodiversità da parte della cittadinanza. Facciamo in particolare riferimento ai lavori di Bamberg *et al.* che propone una revisione dello strumento di sensibilizzazione alla natura usato dalla BfN, l'agenzia federale tedesca per la protezione della natura, per monitorare la consapevolezza in relazione alla biodiversità della popolazione tedesca (Bamberg *et al.*, 2023); nonché ai lavori di Campbell-Arvai, finalizzati a sviluppare una migliore comprensione delle modalità in cui il pubblico comprende e interagisce con la biodiversità urbana, in comparazione con persone esperte della materia (Campbell-Arvai, 2019). Da quest'ultimo contributo emerge che

i termini che la cittadinanza ha associato alla biodiversità includono: 'natura', 'interconnessione', 'interessante' e 'armonioso'; tre persone intervistate hanno descritto la biodiversità come una misura, cioè, per esempio, come la temperatura, in quanto varia con la complessità o la difficoltà dell'ambiente. Tuttavia, il termine 'biodiversità' è stato descritto anche come una parola poco comune e accademica (Campbell-Arvai, 2019, p. 412, TdA).

Ciò nonostante, le persone intervistate hanno individuato i seguenti *driver* della perdita di biodiversità: il degrado degli habitat, la conoscenza, i valori e il processo decisionale, la perdita di habitat e la frammentazione degli habitat (Campbell-Arvai, 2019, p. 423), restituendo quindi una comprensione articolata della questione.

Da queste ricerche emerge dunque una conoscenza ancora limitata tanto del termine biodiversità quanto dei contenuti e dei differenti livelli di complessità di cui tale concetto è portatore.

² Rappresentazione degli eventi filogenetici che hanno condotto alla formazione di un gruppo di specie, attuali ed estinte, sotto la forma grafica di un albero che si ramifica secondo sequenze dicotomiche.

Proposte pedagogiche e strumenti educativi per l'educazione per la biodiversità

Il gruppo più nutrito di ricerche descrive la sperimentazione di proposte pedagogiche e strumenti educativi specificamente progettati al fine di promuovere percorsi ed esperienze di educazione per la biodiversità. Il lavoro di Cohen, volto a predisporre un modulo didattico sulla biodiversità progettato a partire da un indicatore volutamente semplificato degli eventi dell'Antropocene al fine di rilevare se una specie si è estinta o no o se, dopo una sollecitazione, è stata in grado di riprendersi, in natura o in cattività. Attraverso l'uso dell'ASEI, *Anthropocene Species Event Indicator*, e la Lista rossa delle specie a rischio di estinzione prodotta dalla IUCN, *International Union for the Conservation of Nature*, l'autore intende suggerire «nuove pedagogie per aiutare i e le studenti ad usare dati accessibili e a generare studi propri sulla biodiversità e l'estinzione, che aumenteranno la loro consapevolezza del declino della diversità delle specie» (Cohen, 2016, p. 294, TdA). La ricerca effettuata da Cohen, estremamente articolata, offre a studenti e insegnanti, stimoli e proposte operative che permettono loro di esplorare aspetti relativi all'Antropocene e alla biodiversità che spaziano dalla raccolta di informazioni su alcune specie, alla loro comparazione con dati precedentemente registrati da altri, allo studio della situazione e degli eventi che hanno coinvolto animali a rischio di estinzione o estinti, al coinvolgimento delle famiglie grazie a una lettera sui temi afferenti alla biodiversità, scritta loro dagli studenti, a questionari di valutazione.

La ricerca di Hadiprayitno *et al.*, realizzata in Indonesia, nell'isola di Lombok, è stata concepita al fine di sviluppare strumenti didattici per la biodiversità, con l'obiettivo di migliorare l'alfabetizzazione scientifica e le abilità cognitive degli studenti: anche in questo caso obiettivo di autori e autrici era

arrivare alla produzione di strumenti didattici che consistono nella pianificazione di lezioni, materiali didattici, schede di lavoro, strumenti di valutazione dell'alfabetizzazione scientifica e delle abilità cognitive di ordine superiore (Hadiprayitno *et al.*, 2023, p. 2, TdA).

Il gruppo di ricerca era interessato ad indagare la carente capacità di collegare le conoscenze di biologia alle problematiche che interessano la vita quotidiana. Il confronto con il corpo insegnante ha peraltro evidenziato come anche da parte loro vi sia consapevolezza della mancanza di attenzione alle risorse di apprendimento vicine alla vita degli studenti e alla sintonia tra concetti materiali ed esempi di problemi nell'ambiente circostante (Hadiprayitno *et al.*, 2023, p. 6).

Anche lo studio di Oai e Thanh Hoi

introduce alcuni metodi integrati, metodologie di insegnamento e tecniche per includere l'educazione alla tutela della natura e della biodiversità nell'insegnamento nelle scuole secondarie del Vietnam, contribuendo allo sviluppo di conoscenze e competenze rispetto a natura e biodiversità (Oai & Thanh Hoi, 2019, p. 1, TdA).

Nel presentare lo stato dell'arte dell'educazione ambientale in Vietnam ed eventuali proposte da inserire nei curricula delle scuole secondarie per incrementare l'attenzione sui temi legati alla biodiversità, le autrici si riferiscono al concetto di insegnamento integrato, definendolo come un approccio

che mira a organizzare attività di apprendimento in cui gli studenti imparano a usare una combinazione di conoscenze e abilità in situazioni significative e prossime alla vita reale. Tale approccio si differenzia in tre livelli di integrazione: l'integrazione completa avviene quando la maggior parte delle conoscenze della lezione sono anche conoscenze sulla natura e sulla tutela della biodiversità; l'integrazione parziale si ha quando una parte delle conoscenze della lezione ha contenuti relativi all'educazione alla natura e alla tutela della biodiversità; la semplice connessione si verifica quando alcuni contenuti della lezione sono collegati al tema dell'educazione alla natura e alla tutela della biodiversità, ma non è chiaro nel contenuto della lezione (Oai & Thanh Hoi, 2019, p. 7, TdA).

Per quanto concerne i contenuti legati alla biodiversità, tale approccio può essere implementato quindi secondo differenti livelli di integrazione nella proposta curricolare: attraverso un'integrazione dei contenuti nelle lezioni in classe oppure come argomento indipendente ma comunque collegato alle singole discipline, o ancora, approfondito con diverse tipologie di attività anche extracurricolari.

Proseguendo l'exkursus, presentiamo brevemente di seguito alcune delle ricerche che, in modo più evidente di altre, pongono rilievo sulla dimensione esplorativa ed esperienziale.

Il lavoro di Matos *et al.*, realizzato nelle isole Azzorre restituisce una ricerca interdisciplinare, condotta da un team composito, in cui erano presenti professionisti e professioniste con competenze nei campi della biologia, della tutela della natura, dell'educazione ambientale, della psicologia ambientale e del design dell'interazione uomo-computer: «l'obiettivo generale del progetto è sviluppare, progettare e valutare modalità mediate di apprendimento in ambienti naturali, coinvolgendo bambini e adolescenti» (Matos *et al.*, 2022, p. 2-3, TdA). L'approccio metodologico scelto da questo gruppo di ricerca far riferimento a due frame teorici. Il primo è quello della *Cultural Probes technique* (CP) che consiste spesso nella creazione di pacchetti che presentano alle persone partecipanti una serie di stimoli con funzione evocativa. «I pacchetti contengono tipicamente mappe, cartoline, macchine fotografiche usa e getta, diari e altri oggetti familiari selezionati per esplorare un determinato contesto (Matos *et al.*, 2022, p. 3, TdA); il secondo frame si riferisce all'*Inquiry Based Learning* (IBL) che propone un approccio di *learning through questioning*. A partire da queste premesse è stato progettato e implementato un toolkit finalizzato all'esplorazione di ambienti naturali proposto nella forma di un percorso a tappe, per bambini e adolescenti. Obiettivo della proposta è comprendere le modalità di interazione con l'ambiente e di coinvolgimento rispetto alla biodiversità in ambienti *site-specific*. La ricerca, in forte dialogo con la letteratura di educazione ambientale, non manca di porre in evidenza alcuni rischi di cui i due approcci presentati sono portatori, non ultimo il seguente interrogativo: quale livello di orientamento può fornire la *Cultural Probes Technique* nelle attività di *questioning* nel contesto dell'apprendimento *place-based* nell'educazione ambientale?

Schaal *et al.* in uno studio condotto in Germania, analizzano il progetto *BioDiv2Go* (*Biodiversity to go*), il cui fine è creare esperienze accattivanti e un maggiore apprezzamento della biodiversità usando la tecnologia mobile (Schaal *et al.*, 2015). Alla base dell'indagine vi è il desiderio di indagare il legame tra l'apprendimento *location-based* con i media digitali, per collegare il mondo reale e quello virtuale. Il

progetto considerato evidenza come la commistione tra una componente narrativa, la dimensione performativa (espressa nel gioco online e nelle esplorazioni in natura, nell'attività individuale o in piccolo gruppo), unite a un approccio ludico, possano contribuire a un incremento dell'interesse nei confronti della biodiversità locale da parte di adolescenti.

L'esplorazione geospaziale attraverso la proposta di moduli realizzati con *GeoPDF* è al centro della ricerca di Trautmann *et al.*, i quali sottolineano come «attraverso l'esplorazione guidata dei dati rappresentati in mappe e grafici, gli e le studenti possano sviluppare capacità di analisi dei dati e pensiero critico per comprendere i concetti chiave relativi alla biodiversità» (Trautmann *et al.*, 2013, p. 467).

Khelifa e Mahdjoub propongono invece uno strumento esclusivamente virtuale, chiamato *EcoDragons*, che spiega a chi fruisce del gioco i principi fondamentali dell'ecologia e della tutela dal punto di vista delle libellule. L'obiettivo del gioco è

occupare il maggior numero possibile di habitat e mantenere la biodiversità nell'ambiente usando diversi processi ecologici, biologici ed evolutivi, nonché misure di tutela per affrontare l'impatto antropico (Khelifa & Mahdjoub, 2021, p. 10, TdA).

Nel descrivere il gioco, l'autore e l'autrice evidenziano i contenuti e i risvolti pedagogici per ciascuna delle tipologie di carte presenti nel gioco e chiariscono le potenzialità di uno strumento destinato a un pubblico molto vasto di giocatori.

Nel lavoro di Hardy e Hardy, che hanno analizzato i curricula di circa sessanta corsi di educazione per la biodiversità, si evidenzia come venga persa un'ingente quantità di dati raccolti durante le lezioni, esercitazioni e attività all'aperto previste dal programma didattico, a causa della mancata abitudine alla valorizzazione degli stessi tramite l'uso di strumenti quali piattaforme online (ad esempio, *NatureAtlas*). Secondo l'autore e l'autrice del testo

il progetto ha raggiunto gli importanti obiettivi di sensibilizzare e apprezzare il valore di queste tecnologie e la loro capacità di migliorare l'impegno nello studio e nella tutela della biodiversità. Questi dati indicano anche che l'aula

è più di un semplice terreno di formazione per i futuri scienziati della biodiversità, è anche un potenziale terreno di reclutamento per i futuri cittadini-scienziati (Hardy & Hardy, 2018, p. 507, TdA).

Parreño *et al.* esplorano le rappresentazioni della biodiversità nei puzzle, identificando quali rappresentazioni della natura possono involontariamente portare a concezioni errate dei temi e dei processi della biodiversità e ad un'eccessiva semplificazione del rapporto tra uomo e natura. Questa ricerca si sofferma

sulle modalità attraverso le quali le persone sviluppano la comprensione della biodiversità al di fuori dell'educazione scientifica formale e di come ciò dovrebbe essere un tema chiave per la ricerca transdisciplinare, vista la pressante necessità di tutela della biodiversità (Parreño *et al.*, 2022, p. 139. TdA).

In continuità con ricerche che intendono mettere in evidenza il legame tra biodiversità e vita quotidiana, troviamo il lavoro di ricerca di Steinke *et al.*, il quale, come indicato nel titolo stesso della pubblicazione, intende abbinare l'attività educativa alla ricerca scientifica (Steinke *et al.*, 2017). Questo fine viene perseguito attraverso l'analisi del progetto *The School Malaise Trap Program* (SMTP), una proposta di educazione alla biodiversità che invita studenti delle scuole primarie a domandarsi chi vive nel giardino della loro scuola. Il cuore dell'iniziativa, realizzata da scuole presenti su tutto il territorio del Canada, prevede l'installazione di una struttura "trappola" (in inglese, *Malaise Trap*) nel giardino della scuola, a seguito della quale vengono realizzate due settimane di osservazione, raccolta dati, condivisione, analisi e codifica del DNA dei campioni raccolti. Personale educativo e insegnanti ricevono materiali e strumenti integrativi e i dati possono essere condivisi e comparati con quelli raccolti in tutto il Canada.

Watsa *et al.*, in una ricerca realizzata in Perù, fornisce protocolli *step-by-step* come modello per un programma di formazione sul campo in genetica della tutela terrestre. La formazione sulla genomica prevede l'utilizzo di dispositivi portatili a basso costo così da essere facilmente utilizzabili sul campo, in paesi con habitat biodiversi. Nelle conclusioni dello studio, il gruppo di ricerca sottolinea come

la tecnologia di sequenziamento portatile può contribuire a democratizzare la ricerca scientifica e gli sforzi di tutela. Un passo necessario per l'implementazione di un nuovo strumento di tutela è la formazione di educatori scientifici e ambientalisti locali nelle aree in cui mancano fondi e infrastrutture per la ricerca (Watsa *et al.*, 2020, p. 7, TdA).

La ricercatrice Earl e i suoi colleghi propongono una riflessione che pone al centro un caso studio interpretativo nell'ambito dell'educazione alla sostenibilità, orientato tra i vari temi anche all'incremento della biodiversità, che applica l'apprendimento adattivo di Van Wynsberghe e Herman (2015, 2016) come teoria del cambiamento basata sull'interruzione delle abitudini attraverso l'educazione (Earl *et al.*, 2018). Attraverso la presentazione di una ricerca-azione condotta con un gruppo di studenti proprio a partire dall'analisi dei loro comportamenti non sostenibili.

A occuparsi invece di ambiente acquatico, per nulla ricorrente nelle ricerche considerate, è il lavoro di Feio *et al.*; un lavoro di circa un anno condotto in Portogallo, a Coimbra, con studenti della scuola primaria. La ricerca era finalizzata a incrementare la conoscenza degli ecosistemi presenti nei corsi d'acqua urbani e delle loro problematiche. Tra i principali risultati riteniamo interessante riportare che «dopo un anno di attività e di stretto contatto con i corsi d'acqua, le conoscenze del gruppo di studenti sulla biodiversità acquatica e terrestre associata ai fiumi e la consapevolezza dei principali problemi connessi a tali luoghi sono aumentate in modo significativo, mentre paure e preoccupazioni sono diminuite; ancora, bambini e bambine risultano solo temporaneamente scollegati (NdR. dal contesto naturale) a causa di fattori come l'ambiente in cui vivono, le influenze e le pressioni dei coetanei e l'assimilazione delle idee trasmesse dalla famiglia. Un ulteriore elemento di interesse riguarda la conferma che i programmi ambientali non dovrebbero essere limitati ad attività sporadiche poiché una durata più lunga ha maggiori probabilità di modificare i comportamenti» (Feio *et al.*, 2022, p. 15, TdA).

Un ulteriore gruppo di ricerche esplora la relazione tra biodiversità e nutrizione. Nel caso di Afonso *et al.*, la ricerca è stata realizzata in Portogallo con un gruppo di studenti della scuola primaria, ai quali è stato proposto, attraverso una stimolazione multisensoriale, di esplorare e sperimentare differenti tipologie di uno stesso vegetale. Finalità

dello studio era comprendere se una maggior conoscenza della biodiversità potesse favorire il consumo di vegetali (Afonso *et al.*, 2021).

Allo stesso modo in Germania, Fischer *et al.* nella loro ricerca intendono esplorare il concetto di “*biodiverse edible school*” al fine di collegare la produzione e il consumo di cibo con la biodiversità a livello locale, favorendo quindi una conoscenza diretta della natura urbana e di una sana alimentazione. In questa ricerca il coinvolgimento degli stakeholder locali è stato di particolare interesse sia per la gestione delle aree verdi, anche in rete con produttori locali, sia nell’allestimento di una cucina scolastica per la lavorazione dei prodotti raccolti. Tra gli esiti della ricerca, oltre ai molti esiti positivi, sono state rilevate alcune criticità legate al consumo di frutta e vegetali coltivate in contesti urbani, dove può rilevarsi un livello di inquinamento significativo (Fischer *et al.*, 2019).

Mota *et al.* hanno invece condotto una ricerca in Brasile, realizzata con insegnanti e studenti di ambito nutrizionale, basata sul *Garden-Based Learning Method*. L’intervento era finalizzato sia all’analisi dei curricula formativi sia alla sperimentazione di un approccio esperienziale per approfondire la stretta relazione tra biodiversità e una sana alimentazione. Nei risultati, tutte le ricerche qui citate sottolineano il valore aggiunto della dimensione esperienziale nel processo di ricerca e di apprendimento (Mota *et al.*, 2021).

Promuovere partecipazione e cittadinanza attraverso la ricerca per la biodiversità

Tra le ricerche che si occupano di educazione alla biodiversità, dove ‘educazione’ è interpretato in senso ampio, ovvero in riferimento a contesti di educazione non formale o informale, apportano interessanti riflessioni i contributi che restituiscono lavori di ricerca realizzati in sia contesti urbani sia rurali, che coinvolgono la cittadinanza largamente intesa o con specifici gruppi target. Si tratta di un corpus di ricerche tra loro estremamente diversificate per collocazione geografica e obiettivi.

Considerato però che studi recenti hanno rilevato che il successo della tutela della biodiversità «si basa spesso sul sostegno della popo-

lazione locale, che a sua volta è fortemente influenzata dalla percezione di queste risorse e dagli effetti che le comunità locali sperimentano» (Tonin & Lucaroni 2017, *op. cit.* in Tumbaga *et al.*, 2021, TdA) riteniamo di grande utilità per questo nostro scritto renderne conto. In questo paragrafo proviamo perciò a restituire sinteticamente alcuni dei testi incontrati, ripercorrendoli in ordine cronologico a partire dal più recente.

Deparis *et al.* (2023) presentano uno studio, realizzato in collaborazione con la pubblica amministrazione della città di Blois, in Francia, finalizzato ad analizzare il modo in cui responsabili dei servizi municipali, operatori del settore e cittadinanza (in particolare persone a piedi) si relazionano con la vegetazione spontanea nelle strade, mediante un approccio di ricerca integrativo basato sul luogo e finalizzato a trasformare le relazioni uomo-natura (Deparis *et al.*, 2023:2). Questo studio è di particolare interesse per la metodologia proposta, la quale, tra le varie attenzioni, è basata sul coinvolgimento e la collaborazione tra amministratori locali, professionisti della cura del verde, cittadinanza e gruppo di ricerca.

Tumbaga *et al.* il cui studio volto a determinare la partecipazione della comunità alla tutela della biodiversità in due comunità delle Filippine. Tra gli obiettivi della ricerca vi era comprendere il livello di conoscenza della biodiversità e della perdita di biodiversità tra gli abitanti, rispetto a ciò, il gruppo di ricerca rileva che

le conoscenze dei membri della comunità riguardo alle minacce e all'importanza della biodiversità sono considerate elevate, soprattutto in riferimento all'idea che la biodiversità fornisce numerosi servizi alle persone e all'ambiente. L'atteggiamento della comunità nei confronti della biodiversità è in qualche modo positivo ma egocentrico. Ciò è attribuito alla fiducia della popolazione negli esperti e nelle moderne tecnologie per la tutela della biodiversità e all'atteggiamento passivo di alcuni residenti nei confronti della necessità di denunciare le attività illegali che portano alla perdita di biodiversità. La partecipazione della comunità nei due *barangay* (aree considerate) è significativamente diversa. La differenza è legata al numero di programmi e progetti implementati nell'area e alle caratteristiche socioeconomiche della comunità o alla quantità di opportunità lavorative per gli abitanti del luogo (Tumbaga *et al.*, 2021, p. 4713, TdA).

Anche lo studio di Nuraeni e Rustaman pone l'attenzione sul rapporto tra popolazioni locali e biodiversità attraverso lo studio delle conoscenze tradizionali delle piante medicinali usate per la salute delle donne e la loro opinione sull'importanza di integrare tali conoscenze nel curriculum scolastico (Nuraeni & Rustaman, 2019).

La proposta di Laladhas *et al.*, in India, pare muoversi sulle medesime premesse per realizzare il *People's biodiversity register*, ovvero un registro in cui è possibile raccogliere le conoscenze delle persone a livello locale così da renderle patrimonio comune (Laladhas *et al.*, 2013).

Uno studio comparativo in tre aree del Kenya sud-orientale è stato condotto tra il 2016 e il 2018 per indagare la consapevolezza ecologica, i comportamenti di protezione e la comunicazione ambientale in ciascuna delle tre aree. Secondo gli autori e l'autrice

i principi della co-gestione e della *Participatory Forest Management (PFM)* offrono un valido quadro di riferimento per la tutela delle foreste tropicali. Tuttavia, il grado di attuazione di questi principi dipende da fattori socio-ecologici distinti e discreti che possono contribuire e rafforzare gli accordi inversi e compromettere significativamente i risultati positivi della tutela (Nzau *et al.*, 2022, p. 1325, TdA).

Una ricerca condotta in diversi cortili scolastici nella città di Harare, nello Zimbabwe, ha messo in evidenza come queste aree naturali, sebbene circoscritte, rappresentino una risorsa per la tutela della biodiversità (Muvengwi *et al.*, 2019) e andrebbero quindi valorizzate in tal senso.

Il lavoro di Suárez-López ed Eugenio presenta un excursus sullo sviluppo dell'educazione ambientale in America Latina declinandolo come prospettiva politico-pedagogica, introducendo le teorie di educazione ambientale critica (in inglese, *Critical EE*). L'educazione ambientale critica si basa sull'ecologia politica, sulla teoria critica e sul paradigma della complessità (Da Costa-Lima, 2009). Questo approccio evidenzia il fatto che le questioni ambientali sono multidimensionali e interdisciplinari e non possono essere isolate dai problemi sociali (Da Costa-Lima, 2009), promuovendo la costruzione di una 'epistemologia del sud' (De Sousa-Santos, 2010; Suárez-López & Eugenio, 2018, p. 1103). Successivamente, gli autori discutono del valore dei

giardini botanici selvaggi, presenti in numero significativo e ben distribuiti sul territorio, che sono ritenuti luoghi di tutela della biodiversità con un elevato loro potenziale nella promozione di programmi ambientali innovativi in America Latina. Gli autori identificano a titolo di esempio tre tipologie di attività possibili da proporre in tali luoghi quali: attività libere (ad esempio, esplorare liberamente differenti aree del giardino botanico individualmente o in gruppo), attività guidate (ad esempio, indagare specifiche caratteristiche della vegetazione presente attraverso un approccio esperienziale) e attività strutturate (ad esempio, rispondere a un questionario).

Ascrivibile all'area di interesse di ricerche volte a promuovere partecipazione, un altro ambito esplorato da alcune delle ricerche riguarda le azioni di *Citizen Science*. Secondo Silvertown (2009) i fattori che hanno influenzato l'incremento nel tempo di iniziative di *Citizen Science* sono tre: il primo è l'ampia disponibilità di strumenti tecnici, il secondo è la consapevolezza da parte degli scienziati della vasta risorsa rappresentata dal pubblico in generale e il terzo è la recente richiesta di divulgazione scientifica da parte degli enti finanziatori. Anche il mondo della ricerca interessato all'educazione alla biodiversità è stato sollecitato da questi fattori all'uso prima e alla riflessione teorica poi di strumenti e metodi della *Citizen Science*.

Le ricerche di Donnelly *et al.* e di Echeverria *et al.* indagano il ruolo che le iniziative di *Citizen Science* possono avere sia nel favorire la conoscenza dei temi legati alla biodiversità sia nel coinvolgere di un pubblico sempre più vasto in iniziative volte alla conservazione della stessa (Donnelly *et al.*, 2014; Echeverria *et al.*, 2021). Il lavoro di Donnelly *et al.* (2014), realizzato in Irlanda, evidenzia come la comunità scientifica interessata in iniziative di *Citizen Science* svolga un ruolo importante nel contribuire a soddisfare i requisiti legislativi in materia di tutela e biodiversità a tutti i livelli. La questione dell'età emerge in modo ricorrente quando ci si sofferma ad osservare da un punto di vista anagrafico i volontari nella *Citizen Science* e sembra esserci un pregiudizio verso i cittadini più anziani (Wolcott *et al.*, 2008; Roxby, 2011).

Il lavoro di Echeverria *et al.*, condotto in Spagna con studenti delle scuole superiori era finalizzato alla creazione di un erbario virtuale attraverso l'uso di *iNaturalist* durante attività outdoor condotte all'interno dell'area denominata Riserva di Basaula. In questo caso il gruppo di ricerca sottolinea due aspetti positivi rilevati sebbene l'uso

dell'app abbia posto alcune criticità che spaziano dalla necessità di familiarizzare con il suo funzionamento alla disponibilità di dati per la connessione internet. In primo luogo emerge come l'uso dell'app porti tanto al conseguimento di specifici obiettivi formativi contingenti quanto alla consapevolezza di potersi sperimentare come parte attiva di una comunità scientifica, sebbene a livello amatoriale. Poter sperimentare una tecnologia, comprenderne il funzionamento e soprattutto l'utilità per la ricerca scientifica, secondo autori e autrici, contribuisce a motivare almeno parte del gruppo di studenti ad un uso continuativo e autonomo della tecnologia stessa, contribuendo alla costruzione di un sapere dal basso, che va oltre il progetto scolastico. In secondo luogo il gruppo di studenti ha potuto rendersi conto di come le osservazioni raccolte contribuiscano ad ampliare il monitoraggio spaziale e temporale della biodiversità, la sua rilevanza per una visione globale di modelli e tendenze e come base per la tutela della natura (Echeverria *et al.*, 2021). Questo secondo aspetto ha a che fare con la scalarità dei problemi che riguardano la questione ambientale, aspetto che resta sullo sfondo in molti contributi pur essendo costitutivo del problema legato alla perdita di biodiversità: più di altre ricerche, l'uso della *Citizen Science* crea le condizioni affinché un singolo dato, un piccolo contributo raccolto a livello locale, possa essere inserito e valorizzato su scala nazionale o addirittura internazionale.

Lo studio condotto in Canada da Gass *et al.* attraverso l'implementazione di *BioBlitz* e l'uso di *iNaturalist* per condividere i dati raccolti pone in evidenza sia il valore di prendere parte a iniziative definite di *'real life'* e di apprendimento "autentico" in quanto esperienziale, condotte in prima persona. Inoltre, secondo l'autrice e l'intero gruppo di ricerca, lavorare su un contesto prossimo attraverso un apprendimento coinvolgente e attivo, favorisce lo sviluppo di ciò che viene definito *sense of place*. Semken e Freeman definiscono il *sense of place* all'interno di un contesto educativo come

la combinazione del significato del luogo, che rappresenta la conoscenza del luogo acquisita attraverso l'apprendimento cognitivo, e dell'attaccamento al luogo, che rappresenta l'apprendimento affettivo come, per esempio, gli atteggiamenti e le preferenze verso il luogo di apprendimento (Semken & Freeman, 2008, p. 1551, TdA).

Se oltre alla riflessione qui citata, si fa riferimento anche a quanto scritto da Ardoin il quale sottolinea che il *sense of place* non si limita alla natura biofisica del luogo ma integra anche aspetti psicologici, socioculturali, economici e politici, (Ardoin, 2006, *op. cit.* in Gass *et al.*, 2021, p. 1552) emerge come l'educazione alla biodiversità nel lavorare sullo sviluppo del *sense of place* possa contribuire alla comprensione della complessità multidimensionale cui abbiamo fatto cenno in riferimento alle definizioni di biodiversità nei precedenti paragrafi.

Per concludere, facciamo brevemente riferimento al lavoro di Schneiderhan-Opel e Bogner finalizzato a indagare la relazione tra conoscenza e valori ambientali. L'autrice e l'autore propongono un modulo di educazione alla biodiversità progettato per sensibilizzare studenti di scuola secondaria superiore sulla perdita di biodiversità e per attivare le classi nella tutela della stessa: «attraverso l'esempio dell'ecosistema forestale, il modulo coinvolge gli studenti in un'attività di *Citizen Science* collaborativa sulla codifica a barre del DNA, integrata da materiali didattici e attività nelle normali aule di biologia» (Schneiderhan-Opel & Borger, 2020, p. 3, TdA). Tra i risultati di questa ricerca riteniamo utile sottolineare che anche i moduli educativi di breve durata possono aumentare le conoscenze sulla biodiversità, sia a breve sia a lungo termine, nonché contribuire a sensibilizzare gli e le studenti alla tutela della biodiversità (Schneiderhan-Opel & Borger, 2020, p. 11). Inoltre la ricerca rileva che studenti con valori più favorevoli all'ambiente traggono maggiori benefici dalle attività educative di *Citizen Science* (Schneiderhan-Opel & Borger, 2020, p. 13).

Dopo aver esplorato le diverse ricerche volte alla progettazione e all'implementazione di strumenti, metodi e proposte pedagogiche per promuovere l'educazione alla biodiversità, nel prossimo paragrafo approfondiamo l'ultima macroarea di interesse delle ricerche, ovvero quella riferita a indagini che propongono una meta-analisi di progetti e programmi di educazione per la tutela e valorizzazione della biodiversità.

Analisi sistematica di progetti e programmi di intervento

Le pubblicazioni che effettuano un'analisi sistematica di progetti di educazione alla biodiversità o tutela della biodiversità sono quelle di Jiménez *et al.* riferite a ricerche condotte in Spagna e Costa Rica (Jiménez *et al.*, 2014, 2017) e un contributo di Ikin *et al.* nel quale si propone una riflessione a partire dalle ricerche ecologiche e sociali nel sud-ovest dall'Australia (Ikin *et al.*, 2015).

Le ricerche di Jiménez *et al.* si basano sull'analisi di ottantacinque progetti CEPA (*Communication, Education and Public Awareness and participation Actions*) finanziati dalla *Spanish Biodiversity Foundation*. I risultati dell'analisi evidenziano come la maggior parte delle azioni CEPA implementate siano riconducibili a iniziative di comunicazione ambientale, prevalentemente finalizzate a informare i destinatari degli interventi attraverso una disseminazione caratterizzata da una comunicazione unidirezionale. Inoltre le attività formative prevedono in larga parte una metodologia di insegnamento frontale. Ancora, i gruppi target più intercettati da attività formative sono in prevalenza gli studenti delle scuole primarie e i loro insegnanti, a differenza delle attività di comunicazione che intercettano un pubblico generico. Il gruppo di ricerca rileva inoltre come l'efficacia degli interventi sia maggiore laddove le iniziative vengano progettate *ad hoc* per un target ben definito; al contempo, nella pubblicazione del 2014, Jiménez e il gruppo di ricerca evidenziano come i progetti CEPA considerati raramente tematizzino il coinvolgimento di gruppi minorizzati, quando, a loro avviso, le azioni CEPA dovrebbero identificare gli ostacoli alla partecipazione delle minoranze e sviluppare strategie per superarli (ad esempio, Houghton *et al.*, 2002). Anche la fase di valutazione emerge essere carente dei progetti considerati: tre sono i punti di interesse dei processi educativi finalizzati all'educazione alla biodiversità da loro considerati, ovvero

la qualità dell'esperienza di insegnamento e apprendimento, l'importanza della conoscenza contestualizzata e, spesso, i tentativi di promuovere un processo decisionale informato piuttosto che il raggiungimento di risultati ambientali specifici (Jiménez *et al.*, 2014, p. 832, TdA).

Per finire è utile segnalare come le azioni educative hanno spesso enfatizzato anche le scienze naturali mentre la dimensione umana e la consapevolezza generale relativa alla biodiversità (ad esempio, il cambiamento climatico, l'ecologia urbana e il consumo) siano state poco rappresentate (Jiménez *et al.*, 2015, p. 68, TdA). I risultati da loro raggiunti suggeriscono come «gli approcci educativi e di sensibilizzazione convenzionali (ad esempio, la disseminazione di informazioni e l'educazione ambientale e la tutela dell'ambiente come valore intrinseco) dovranno essere trasformati per essere integrati in progetti di tutela della biodiversità che promuovano la partecipazione di più stakeholder allo sviluppo di politiche e all'attuazione di strategie di gestione ambientale» (Evelly *et al.*, 2011, TdA).

Questo ultimo passaggio evidenzia come interventi finalizzati all'educazione alla biodiversità debbano connotarsi come proposte articolate che, partendo da contesti locali, sappiano mobilitare una molteplicità di attori sociali e istituzionali tali da creare una complessa rete attiva nel promuovere interventi educativi, nella sensibilizzazione e informazione e nell'attivazione dei decisori politici. Tale rete si auspica intervenga sia a livello micro, nel coinvolgere diversi gruppi target (bambini, pubblico generico, etc.), sia a livello meso, con l'interlocuzione con le pubbliche amministrazioni locali e stakeholder pubblici e privati, al fine di innestare proposte di lungo respiro che possano orientare le politiche locali. Non è un caso che tra le caratteristiche delle azioni CEPA ritenute auspicabili emerga stringente la necessità di concentrarsi, a tutti i livelli, su coloro i quali vengono identificati come *multiplier*, attori che, per il proprio posizionamento, agiscano da moltiplicatori in grado di attivare processi che coinvolgano un numero significativo di persone, sia nell'ambito dell'educazione (ad esempio, formare insegnanti che lavorano con gruppi classe) sia in quello sociale e politico (tecnici e amministratori locali, che si occupano di intere collettività) ed economico (piccole, medie e grandi aziende).

L'analisi realizzata invece in Costa Rica, nel 2017, identifica un elenco di tipologie di azioni CEPA elencate di seguito: la costituzione di centri di educazione ambientale, ovvero una combinazione tra iniziative educative e ricerca; la promozione di educazione alla gestione comunitaria delle risorse naturali; l'educazione ecologica ed ambientale con studenti; la promozione di progetti comunitari che mirano a

produrre una cittadinanza cosciente dell'ambiente biofisico e dei problemi a esso associati, consapevole di come contribuire a risolvere questi problemi e motivata a lavorare per la loro soluzione (Stapp *et al.*, 1969).

Per finire, il contributo di Ikin *et al.* sintetizza in quattro lezioni chiave gli aspetti da presidiare nell'educazione per la biodiversità: gli effetti dell'urbanizzazione sulla fauna selvatica compresi gli habitat adiacenti; la valorizzazione strategica dello spazio verde urbano offre vantaggi in termini di biodiversità; la gestione e tutela dei grandi alberi secolari; l'educazione e il coinvolgimento diretto della cittadinanza, in azioni in natura al fine di aumentare il livello di consapevolezza (Ikin *et al.*, 2015). Anche in questo caso, tra le molteplici riflessioni del gruppo di ricerca, emerge come «la consapevolezza e l'educazione del pubblico sui valori della biodiversità locale possono avere un forte effetto sul modo in cui le persone percepiscono e interagiscono con gli spazi verdi urbani e gli habitat adiacenti» (Shanahan *et al.*, 2014, p. 211, TdA).

Conclusioni

Questo breve excursus permette di rilevare l'articolazione delle ricerche in materia di educazione per la biodiversità segnalandone la molteplicità dei campi di indagine possibili. Di seguito proponiamo alcuni aspetti a cui fare attenzione emersi dalla letteratura e evidenziati come potenzialmente efficaci nel promuovere proposte di educazione per la biodiversità in relazione alla complessità connaturata alla conoscenza, alla tutela, alla valorizzazione, al monitoraggio e al ripristino della biodiversità.

In primo luogo la quasi totalità delle ricerche tematizzano come la dimensione interdisciplinare sia centrale.

Al contempo gli studi rilevano come vi siano gerarchie più o meno marcate tra discipline. La questione gerarchica, di legittimità e potere, si rileva anche in altri ambiti della produzione di sapere dell'educazione per la biodiversità: emerge, per esempio, tra soggetti riconosciuti come titolati a produrre sapere piuttosto che a riceverne, nelle competenze mobilitate nel processo di ricerca e di validazione dei dati.

Ancora, i paesi di provenienza delle ricerche, in molteplici casi hotspot di biodiversità, invitano a un decentramento dello sguardo, a un superamento dell'eurocentrismo come presunto luogo privilegiato di produzione del sapere. Allo stesso modo, si evidenzia come alcuni termini e linguaggi accademici possano essere percepiti come distanti dai contesti che intendono conoscere. La ricerca pedagogica per la biodiversità può raccogliere l'invito a promuovere un approccio pluriversale, inteso come attitudine intenzionale e sistematicamente perseguita a mettere in discussione le gerarchie, in tutte le loro forme (Borghini, 2020); il che significa, a nostro avviso, non rinunciare alle responsabilità a cui si è chiamati, bensì assumerle pienamente entro processi in cui l'esercizio del potere diviene esso stesso pratica di consapevole decentramento.

L'eterogeneità delle ricerche ci dice con chiarezza che abbiamo bisogno di tutti gli sforzi possibili, dell'impegno di ogni persona, ovunque. Sono necessari lo sguardo di persone in crescita e di persone adulte, il contributo della cittadinanza e quello di chi detiene potere decisionale a livello politico: è imprescindibile valorizzare il giardino della scuola nei contesti urbani così come la vasta area protetta, è prezioso l'apporto della classe insegnante così come di quella manageriale delle grandi aziende, è irrinunciabile l'apporto delle scienze naturali così come di quelle umane e in particolare, pedagogiche.

Urge formulare proposte che promuovano approcci esperienziali in natura, *place-based*, così come tecnologie che favoriscano la circolazione di dati su scala globale. Ne consegue quindi l'importanza di perseguire in modo sistematico eterogeneità di metodi a supporto della pluralità di relazioni, a livello micro, meso e macro.

In conclusione di questo lavoro riteniamo che vi siano nuove sfide per la ricerca pedagogica per la biodiversità, che restano perlopiù inesplorate o almeno, secondo noi, non ancora sufficientemente tematizzate. Una prima sfida riguarda la scalarità della questione ambientale (Bougleux, 2017), accennata poc'anzi e spesso nominata nei background teorici in riferimento alle problematiche che caratterizzano la questione ambientale ma, al contempo, poco esplorata da un punto di vista della ricerca pedagogica per la biodiversità. Qualche elemento di attenzione è posto sul tema dalle ricerche che chiamano in causa l'uso di app e iniziative di *Citizen Science*, laddove queste permettono di

aprire scenari globali grazie alla condivisione dei dati. Se è ormai appurato che costruire relazioni affettive con contesti naturali ha effetti positivi sulla consapevolezza ambientale e può produrre cambiamento nei comportamenti a favore dell'ambiente, resta da comprendere se e in che misura tale approccio inneschi un virtuoso accrescimento della consapevolezza delle implicazioni su scala non locale in riferimento alla biodiversità.

Ancora, servirebbe una riflessione più articolata in merito a cosa ciò significhi e quali siano i piani, i contenuti e gli obiettivi in tal senso dell'educazione per la biodiversità.

La seconda sfida ha a che fare con un elemento costitutivo per l'incremento della biodiversità e cioè un minor impatto della presenza e delle attività umane nei contesti naturali. Sorgono quindi due quesiti: è possibile interpretare l'educazione alla biodiversità non solo nell'accezione della conoscenza, dell'esplorazione, del fare esperienza del naturale e degli elementi che lo abitano, e al contempo perseguire la finalità di stimolare la consapevolezza di una "assenza necessaria"? E ancora, può l'educazione alla biodiversità favorire la cognizione dell'assenza, del ritiro, del fare un passo indietro, una sorta di "pedagogia della sottrazione" attraverso la quale sperimentare la possibilità di lasciare spazio?

Per concludere, evidenziamo quella che a nostro avviso potrebbe risultare la sfida più complessa per l'educazione alla biodiversità. In una recente ricerca condotta da Mammola *et al.* emerge come vi siano fattori culturali che influenzano a livello sociale gli interventi sulla biodiversità: la percezione di utilità e pericolosità delle specie agiscono come driver che influenzano, per esempio, la disponibilità o l'attenzione a tutelare alcune specie a scapito di altre (Mammola *et al.*, 2023). Questa premessa interpella con forza l'educazione per la biodiversità e la ricerca a essa connessa dal momento che uno dei criteri in alcuni casi mobilitati al fine di definire gli elementi naturali o vegetali rispetto ai quali impostare percorsi di ricerca, è la percepita vicinanza, familiarità, a volte addirittura simpatia da parte dei soggetti umani coinvolti. Ci chiediamo quindi se sia possibile promuovere un'educazione per la biodiversità che oltre ad essere accorta nel non rinforzare tali bias, contribuisca piuttosto a renderli evidenti e mitigarli.

Riferimenti bibliografici

- Afonso L., Aboim S., Pessoa P. and Sá-Pinto X. (2021), “The taste of biodiversity: science and sensory education with different varieties of a vegetable to promote acceptance among primary school children”, *Public Health Nutrition*, 24, 8: 2304-2312.
- Araujo L.A.L., Santana C.M.B. and Franzolin F. (2023), “Brazilian teachers’ views and experiences regarding teaching biodiversity in an evolutionary and phylogenetic approach”, *Evolution: Education and Outreach*, 16, 1.
- Ardoin N.M. (2006), “Toward an interdisciplinary understanding of place: lessons for environmental education”, *Canadian Journal of Environmental Education*, 11: 111-126.
- Bamberg S., Mues A.W., Reese G., Kösling P., van Deuren C. and Tröger J. (2023), “Development of a measuring instrument to monitor the biodiversity awareness of the German population”, *Journal of Environmental Psychology*, 91.
- Bermudez G.M.A. and Lindemann-Matthies, P. (2020), “What Matters Is Species Richness – High School Students’ Understanding of the Components of Biodiversity”, *Research in Science Education*, 50, 6: 2159-2187.
- Borghi R. (2020), *Decolonialità e privilegio. Pratiche femministe e critica al sistema mondo*, Meltemi, Milano.
- Bougleux E. (2017), *Educazione, culture e crisi nell’Antropocene. Come costruire nuovi spazi della conoscenza*, in Trigona R., a cura di, *Come un’orchestra jazz. Armonie e disarmonie in una comunità scolastica multi-etnica*, Pontecorboli, Firenze.
- Campbell-Arvai V. (2019), “Engaging urban nature: improving our understanding of public perceptions of the role of biodiversity in cities”, *Urban Ecosystems*, 22, 2: 409-423.
- Cohen J.I. (2016), “Biodiversity Education & the Anthropocene: An Indicator of Extinction or Recovery”, *The American Biology Teacher*, 78, 4: 293-299.
- Da Costa-Lima G.F. (2009), “Educação ambiental crítica: do socioambientalismo às sociedades sustentáveis – Critical Environmental Education: From Socio-environmentalism to Sustainable Societies”, *Educação e Pesquisa*, 35, 1: 145-163.
- Deparis M., Legay N., Isselin-Nondedeu F. and Bonthoux S. (2023), “How managers and city dwellers relate to spontaneous vegetation in cities: Towards an integrative approach”, *Urban Forestry and Urban Greening*, 82, 127876.

- De Sousa Santos B. (2010), *Refundación del Estado en América Latina: perspectivas de una epistemología del Sur – Re-Founding the State in Latin America: Perspectives of an Epistemology of the South*, Instituto Internacional de Derecho y Sociedad, Lima.
- Donnelly A., Crowe O., Regan E., Begley S. and Caffarra A. (2014), “The role of citizen science in monitoring biodiversity in Ireland”, *International Journal of Biometeorology*, 58, 6: 1237-1249.
- Earl A., Van Wynsberghe R., Walter P. and Straka T. (2018), “Adaptive education applied to higher education for sustainability”, *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 19, 6: 1111-1130.
- Echeverria A., Ariz I., Moreno J., Peralta J. and Gonzalez E.M. (2021), “Learning plant biodiversity in nature: The use of the citizen–science platform inaturalist as a collaborative tool in secondary education”, *Sustainability*, 13, 2: 1-12.
- Evely A.C., Pinard M., Reed M.S. and Fazey I. (2011), “High levels of participation in conservation projects enhance learning”, *Conservation Letters*, 4: 116-126.
- Feio M.J., Mantas A.I., Serra S.R.Q., Calapez A.R., Almeida S.F.P., Sales M.C., Montenegro M. and Moreira F. (2022), “Effect of environmental education on the knowledge of aquatic ecosystems and reconnection with nature in early childhood”, *PLoS ONE*, 17, 4: e0266776. doi:10.1371/journal.pone.0266776
- Fiebelkorn F. and Menzel S. (2013), “Student Teachers’ Understanding of the Terminology, Distribution, and Loss of Biodiversity: Perspectives from a Biodiversity Hotspot and an Industrialized Country”, *Research in Science Education*, 43, 4: 1593-1615.
- Fischer L.K., Brinkmeyer D., Karle S.J., Cremer K., Huttner E., Seebauer M., Nowikow U., Schütze B., Voigt P., Völker S. and Kowarik I. (2019), “Biodiverse edible schools: Linking healthy food, school gardens and local urban biodiversity”, *Urban Forestry and Urban Greening*, 40, 35-43.
- Gass S., Mui A., Manning P., Cray H. and Gibson L. (2021), “Exploring the value of a BioBlitz as a biodiversity education tool in a post-secondary environment”, *Environmental Education Research*, 27, 10: 1538-1556.
- Hadiprayitno G., Muhlis M., Artayasa I.P., Suyantri E., Sukri A., Lestari A. and Hariadi I. (2023), “Instructional Tool Development for Biodiversity and its Influence on Scientific Literacy and Higher Order Thinking Skills for High School Students”, *SHS Web of Conferences*, 173, 02004.
- Hardy C.R. and Hardy N.W. (2018), “Adapting Traditional Field Activities in Natural History Education to an Emerging Paradigm in Biodiversity Informatics”, *Source: The American Biology Teacher*, 80, 7: 501-519.

- Houghton J., Schnell M., Point S., Thomas C. and Lueck D. (2002), *Bringing race and gender divides in forest recreation*, in Schuster R., ed., *Proceedings of the 2002 Northeastern Recreation Research Symposium*, Gen. Tech. Rep. NE-302. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station, 102-103.
- Ikin K., Le Roux D.S., Rayner L., Villaseñor N.R., Eyles K., Gibbons P., Manning A.D. and Lindenmayer D.B. (2015), “Key lessons for achieving biodiversity-sensitive cities and towns”, *Ecological Management and Restoration*, 16, 3: 206-214.
- Jiménez A., Díaz M.J., Monroe M.C. and Benayas J. (2015), “Analysis of the variety of education and outreach interventions in biodiversity conservation projects in Spain”, *Journal for Nature Conservation*, 23, 61-72.
- Jiménez A., Iniesta-Arandia I., Muñoz-Santos M., Martín-López B., Jacobson S.K. and Benayas J. (2014), “Typology of public outreach for biodiversity conservation projects in Spain”, *Conservation Biology*, 28, 3: 829-840.
- Jiménez A., Monroe M.C., Zamora N. and Benayas J. (2017), “Trends in environmental education for biodiversity conservation in Costa Rica”, *Environment, Development and Sustainability*, 19, 1: 221-238.
- Khelifa R. and Mahdjoub H. (2021), “Ecodragons: A game for environmental education and public outreach”, *Insects*, 12, 9: 776.
- Laladhas K.P., Preetha N., Baijulal B. and Oommen O.V. (2013), “Region-specific biodiversity education-the role of People’s Biodiversity Register”, *Current Science*, 105, 12.
- Mammola S., Nanni V., Pantini P. and Isaia M. (2020), “Media framing of spiders may exacerbate arachnophobic sentiments”, *People and nature*, 1145-1157.
- Matos S., Silva A.R., Sousa D., Picanço A., Amorim I.R., Ashby S., Gabriel R. and Arroz A.M. (2022), “Cultural probes for environmental education: Designing learning materials to engage children and teenagers with local biodiversity”, *PLoS ONE*, 17, 2: e0262853.
- Mota A.C.C.C., Gomes A.F.T., Porciúncula L.B., Chaves V.M., de Almeida A.M., Jorge T. P. and Jacob M.C.M. (2021), “A Laboratory without walls: Biodiversity education in nutrition training using a garden-based learning method”, *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 56, 226-248.
- Muvengwi J., Kwenda A., Mbiba M. and Mpindu T. (2019), “The role of urban schools in biodiversity conservation across an urban landscape”, *Urban Forestry and Urban Greening*, 43.
- Nuraeni H. and Rustaman N.Y. (2019), “Traditional knowledge of medicinal plants for health of women in Cibodas Village Lembang Subdistrict West Bandung Regency and their potency to development of biodiversity

- education”, *Journal of Physics: Conference Series*, 1157, 2. doi:10.1088/1742-6596/1157/2/022115
- Nzau J.M., Ulrich W., Rieckmann M. and Habel J.C. (2022), “The need for local-adjusted Participatory Forest Management in biodiversity hotspots”, *Biodiversity and Conservation*, 31, 4: 1313-1328.
- Oai L.T. and Thanh Hoi P.T. (2019), “Integrating Nature Conservation and Biodiversity Education in Teaching in General schools in Vietnam”, *Journal of Physics: Conference Series*, 1340, 1: 012052
- Parreño M.A., Petchey S., Chapman M., Altermatt F., Backhaus N., Deplazes-Zemp A., Horgan K., Niklaus P.A., Mihaljević M., Pennekamp F., Santos M.J., Schaepman M., Schmid B., de Melo V.W., Zuppinger-Dingley D. and Petchey O.L. (2022), “How puzzles are shaping our understanding of biodiversity”, *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, 31, 3: 139-145.
- Prokop P., Prokop M. and Tunnicliffe S.D. (2008), “Effects of keeping animals as pets on children’s concepts of vertebrates and invertebrates”, *International Journal of Science Education*, 30, 431-449.
- Roxby J.L. (2011), “Motivations and barriers to volunteer participation with citizen science programs”, Science Communication Honours Thesis, University of Western Australia.
- Schaal S., Schaal S. and Lude A. (2015), “Digital Geogames to foster local biodiversity”, *International Journal for Transformative Research*, 2, 2: 16-29.
- Schneiderhan-Opel J. and Bogner F.X. (2020), “The relation between knowledge acquisition and environmental values within the scope of a biodiversity learning module”, *Sustainability*, 12, 5: 2036.
- Semken S. and Freeman C.B. (2008), “Sense of Place in the Practice and Assessment of Place-Based Science Teaching”, *Science Education*, 92, 6: 1042-1057.
- Shanahan D.F., Lin B.B., Gaston K.J., Bush R. and Fuller R.A. (2014), “Socio-economic inequalities in access to nature on public and private lands: a case study from Brisbane, Australia”, *Landscape and Urban Planning*, 130, 14- 23.
- Silvertown J. (2009), “A new dawn for citizen science”, *Trends in Ecology & Evolution*, 24, 467-471.
- Steinke D., Breton V., Berzitis E. and Hebert P.D.N. (2017), “The School Malaise Trap Program: Coupling educational outreach with scientific discovery”, *PLoS Biology*, 15, 4.
- Suárez-López R. and Eugenio M. (2018), “Wild botanic gardens as valuable resources for innovative environmental education programmes in Latin America”, *Environmental Education Research*, 24, 8: 1102-1114.

- Tonin S. and Lucaroni G. (2017), “Understanding social knowledge, attitudes and perceptions towards marine biodiversity: The case of Tegnùe in Italy.”, *Ocean & Coastal Management*, 140, 68-78.
- Trautmann N.M., Makinster J.G. and Batek M. (2013), “What lives where & why? Understanding biodiversity through geospatial exploration”, *American Biology Teacher*, 75, 7: 462-467.
- Tumbaga J.R.A., Hipolito M.C. and Gabriel A.G. (2021), “Community participation toward biodiversity conservation among protected areas in Pangasinan, Philippines”, *Environment, Development and Sustainability*, 23, 3: 4698-4714.
- Van Wynsberghe R. and Herman A.C. (2015), “Education for social change and pragmatist theory: five features of educative environments designed for social change”, *International Journal of Lifelong Education*, 34, 3: 268-283.
- Van Wynsberghe R. and Herman A.C. (2016), *Adaptive Education: An Inquiry-Based Institution*, Toronto University Press, Toronto.
- Watsa M., Erkenswick G.A., Pomerantz A. and Prost S. (2020), “Portable sequencing as a teaching tool in conservation and biodiversity research”, *PLoS Biology*, 18, 4: e3000667.
- Wolcott I., Ingwersen D., Weston M.A. and Tzaros C. (2008). “Sustainability of a long-term volunteer-based bird monitoring programme: recruitment, retention and attrition”, *Australian journal on volunteering*, 13, 1: 48-53.