UNIVERSITÀ DELLA VALLE D'AOSTA
UNIVERSITÉ DE LA VALLÉE D'AOSTE

UNIVERSITÀ DELLA VALLE D'AOSTA
UNIVERSITÉ DE LA VALLÉE D'AOSTE
DIPARTIMENTO DI SCIENZE UMANE

CORSO DI LAUREA IN SCIENZE DELLA FORMAZIONE PRIMARIA

ANNO ACCADEMICO 2023/2024

TESI DI LAUREA

Biodiversity Detectives. I bambini ricercano le minacce alla biodiversità

DOCENTE relatore: Prof. Martin DODMAN

STUDENTE: 19 A05 195 Jeannette Borettaz

Esplorare il mondo è solo uno dei tanti modi di trascorrere le ore felici dell'infanzia o c'è qualcosa di più profondo? Sono certa che ci sia qualcosa di più profondo, qualcosa di duraturo e importante. Coloro che vivono tra le bellezze della terra – siano essi scienziati o persone comuni – non saranno mai soli o stanchi della vita. A dispetto delle contrarietà e delle preoccupazioni dell'esistenza, i loro pensieri sapranno trovare strade che conducono all'appagamento interiore e a un rinnovato entusiasmo nei confronti della vita. Chi contempla la bellezza della terra trova riserve di forza che dureranno quanto la sua stessa vita (Carson, 2020, pp.32-33).

Ringrazio il professor Dodman per la sua professionalità e disponibilità mostrata durante il percorso di scrittura della tesi.

Ringrazio la mia famiglia per il costante supporto dimostrato in questi anni e per aver costantemente creduto in me. Spero di avervi reso fieri di questo traguardo raggiunto.

Ringrazio i miei amici per avermi supportata e sopportata durante tutti questi anni, grazie per avermi regalato momenti di spensieratezza e divertimento.

Ringrazio i miei compagni di università con i quali ho condiviso momenti che porterò sempre con me.

Ringrazio gli alunni e le maestre della scuola di Issogne per avermi dato l'opportunità di sperimentare il progetto, siete stati una preziosa risorsa per il mio lavoro di tesi.

INDICE

Introduzione 1
Capitolo 1: Gli ecosistemi e la biodiversità 3
1.1 Gli ecosistemi 5
1.2 Biodiversità: una definizione a tre livelli 20
1.3 Minacce alla biodiversità: sfide e pericoli imminenti 22
1.4 Importanza della biodiversità: i servizi ecosistemici e il benessere psicofisico 34
1.5 Tutela della biodiversità: strategie e azioni intraprese 40
1.6 La biodiversità in Valle d'Aosta: un caso di studio locale 46
1.7 Ecosistemi e biodiversità nel curricolo scolastico 67
Capitolo 2: Il progetto didattico 77
2.1 Le finalità del progetto 78
2.2 Contesto e destinatari 80
2.3 Attività 81
2.4 Biofilia, natura, bambino 107
2.5 Bilancio finale 110
Bibliografia 114
Allegati 126

Introduzione

Il seguente progetto di tesi, incentrato sul tema della biodiversità, nasce dall'incontro di più motivazioni che mi hanno spinto ad approfondire tale tematica. Anzitutto, da sempre mi appassiona tutto ciò che concerne la natura, con tutte le sue varie sfaccettature: dal livello prettamente estetico e il fascino che essa porta con sé alle componenti benefiche che il mondo della natura presenta. Non solo, la passione per le materie scientifiche è da sempre un aspetto che ho coltivato lungo tutto il mio percorso di studi, poiché sviluppa in me una spiccata curiosità a conoscere cose nuove. Infatti, per quanto già fossi appassionata a queste tematiche, il corso di Ecologia, seguito durante il quarto anno, ha fatto sì che approfondissi maggiormente alcuni argomenti. Per questo motivo, ho deciso di conoscere più a fondo gli ecosistemi e la biodiversità da un punto di vista scientifico e soprattutto ho riflettuto su come veicolare anche agli alunni a scuola questi contenuti di fondamentale importanza nella società odierna.

La mia tesi, infatti, si divide essenzialmente in due parti: la prima, di carattere scientifico, illustra gli ecosistemi e la biodiversità. In particolare, dopo aver presentato gli ecosistemi, averne spiegato la loro importanza e la ripartizione in ecosistemi terrestri e ecosistemi marini, il focus passerà a spiegare lo stretto legame che intercorre tra di essi e la biodiversità, quest'ultima il fulcro della mia tesi. A tal proposito, il tema della biodiversità verrà presentato illustrando tutte lue sue sfaccettature, a partire da una prima definizione, importante per comprendere il concetto. In un secondo momento, l'attenzione sarà posta alle minacce che mettono a rischio tale ricchezza biologica dal valore inestimabile, presentando nel dettaglio cinque azioni causate dall'uomo, principale colpevole: distruzione degli habitat, introduzione di specie invasive, inquinamento, incremento demografico e depauperamento per eccesso di caccia e pesca. Illustrate le cause del declino, si passerà successivamente a spiegare l'importanza della biodiversità per il benessere del Pianeta, che include specie animali e vegetali e soprattutto la società che lo popola. Proprio perché la biodiversità è fondamentale per la vita, verranno illustrate successivamente le azioni messe in campo per tutelarla, esaminando la necessaria importanza che ricoprono le aree protette

e i corridoi ecologici, l'individuazione delle specie minacciate ai fini della loro conservazione e l'importanza degli hotspot di biodiversità. Infine, sarà interessante approfondire il caso della biodiversità in Valle d'Aosta, occasione per conoscere più da vicino la diversità biologica che ospita la nostra regione, e soprattutto le azioni introdotte ai fini della conservazione di tale patrimonio.

La seconda parte della tesi, invece, è di carattere sperimentale. Essa, infatti, presenterà il progetto "Biodiversity detectives" che ho avuto modo di sperimentare in una scuola primaria della Bassa Valle. Come si evince dal titolo del progetto stesso, i bambini sono stati chiamati a diventare dei veri e propri detective, per indagare la perdita di biodiversità che sta affrontando il nostro Pianeta e comprendere le conseguenze che essa porta con sé. Per essere maggiormente motivante, i bambini sono stati accompagnati da un personaggio mediatore, Busy Bee, un'ape indaffarata e particolarmente sensibile alle cause, che con prove e indizi li ha portati a conoscere il principale colpevole: l'essere umano. In tale parte, dunque, prima di passare a spiegare nel dettaglio come si sono svolte le attività, l'attenzione è posta anzitutto agli obiettivi e finalità del progetto, illustrando anche il contesto nel quale ho svolto il progetto. A tal proposito, la scelta della scuola in cui ho sperimentato le attività non è casuale, poiché si tratta di una scuola che ha aderito al Progetto Green School, che si pone come obiettivo quello di sensibilizzare i bambini, nonché futuri cittadini, a introdurre azioni di salvaguardia verso l'ambiente, esattamente come il mio progetto si propone di fare. Questo ha fatto sì che le attività fossero ancora più calate nel contesto e i bambini maggiormente coinvolti. Dopo aver descritto le varie attività, verranno messe in rilievo le linee guida che ho considerato alla base del progetto: la biofilia e l'importanza del contatto diretto con la natura per l'apprendimento. Infatti, le attività non sono state soltanto all'interno della classe, ma anche in contesto outdoor, per far sì che i bambini capissero a fondo il tema della biodiversità. Le mie riflessioni si concluderanno con l'illustrazione di un bilancio finale sul progetto svolto.

Capitolo 1.

Gli ecosistemi e la biodiversità

L'ecologia viene definita come lo "studio scientifico delle relazioni tra gli organismi e l'ambiente" (Smith & Smith, 2023, p.2), dove per ambiente si fa riferimento non soltanto alle condizioni fisiche, ma anche alle componenti biologiche o viventi che formano il contesto di un organismo e con relazione si intendono sia gli scambi con il mondo fisico sia quelli con i membri della propria e altrui specie (Smith & Smith, 2023). Il rapporto che intercorre tra organismi e ambiente è bidirezionale: ciò significa che gli esseri viventi influenzano l'ambiente e viceversa. Infatti "l'ecologia ambisce a comprendere da un lato le ragioni (biologiche, evolutive ed ambientali) per le quali una specie o un insieme di specie vivono in un determinato ambiente e, viceversa e sinotticamente, a comprendere come gli organismi modificano l'ambiente nel quale vivono per renderlo adatto alle proprie esigenze" (Pusceddu et al., 2020, p.6)

Più precisamente questo termine deriva dal greco *oikos*, che significa "casa", e *logos*, che vuol dire "studio" e fu coniato nel 1866 da Ernst Haeckel che a tal proposito scrisse: "Per ecologia intendiamo il corpo di conoscenze che riguardano l'economia della natura – l'indagine del complesso delle relazioni di un animale con il suo contesto sia inorganico che organico; comprende soprattutto le sue relazioni positive e negative con gli animali e le piante con cui viene direttamente o indirettamente a contatto – in una parola, l'ecologia è lo studio di tutte quelle complesse relazioni alle quali Darwin fece riferimento come condizioni della lotta per l'esistenza" (Smith & Smith, 2023, p.2). Darwin è infatti considerato come uno dei massimi esponenti dell'ecologia ancora prima che si coniasse il termine (Pusceddu et al., 2020). Le idee rivoluzionarie sostenute da Darwin nella sua opera *The Origins of Species* del 1859 vengono definite da Smith & Smith (2013) come una "pietra angolare della scienza dell'ecologia" (p.2). Le riflessioni del biologo e naturalista britannico, in particolare, si svilupparono in seguito al viaggio che egli fece a bordo della nave *Beagle*. Il lungo itinerario gli permise

di confrontare "somiglianze e dissimilarità tra organismi all'interno di un continente e tra continenti diversi, e attribuì le differenze alle barriere geografiche" (Smith & Smith, 2013, p.3). Non solo, egli notò "come gruppi vegetali e animali, distinti tra loro sebbene con alcune ovvie attinenze, si succedessero tra loro nel tempo". È dunque anche sulla base di queste riflessioni che si sviluppò il pensiero di Haeckel, che nella definizione sopra riportata che lui dà dell'ecologia, parla di "lotta per l'esistenza" facendo riferimento proprio a Darwin (Smith & Smith, 2013). A questo riguardo, sebbene il termine sia stato utilizzato per la prima volta da Haeckel nella seconda metà dell'Ottocento, l'ecologia è stata riconosciuta come disciplina vera e propria solo negli anni Venti del Novecento, quando l'interesse era limitato a un piccolo gruppo di scienziati. È unicamente negli anni Cinquanta che si parla di ecologia come disciplina "auto-cosciente" (Allee et al. 1949, in Pusceddu et al., 2020). Successivamente, l'interesse di tale disciplina e l'emergere delle problematiche ambientali e le conseguenti ripercussioni sul benessere della popolazione, hanno fatto sì che l'interesse dagli anni Sessanta sia arrivato sino ai giorni nostri, periodo in cui tale disciplina viene considerata "matura" e di interesse planetario (Pusceddu et al., 2020).

L'ecologia viene studiata a vari livelli, che comprendono, a livello gerarchico (Smith & Smith, 2023):

- Individuo: si fa riferimento al singolo organismo;
- Popolazione: essa è costituita da un gruppo di organismi appartenenti alla stessa specie in una determinata zona;
- Comunità: raggruppa tutte le popolazioni di specie che vivono in un determinato ecosistema;
- Ecosistema: costituisce l'insieme degli organismi viventi di una certa area e di come essi interagiscono con la parte abiotica, ossia non vivente.
- Paesaggio: ingloba varie comunità ed ecosistemi in un ambiente terrestre o acquatico;
- Bioma: fa riferimento ad ampie regioni in cui sono presenti tipologie simili di ecosistemi, come ad esempio le praterie o i deserti
- Biosfera: si tratta del sottile strato che ricopre il Pianeta Terra e in cui si trovano tutte le forme viventi.

Questa panoramica, essenziale per comprendere lo studio dell'ecologia, ci aiuta a capire come questa disciplina ha "come oggetto delle proprie indagini l'organizzazione degli ecosistemi a partire dal singolo individuo fino ad arrivare alle comunità" (Pusceddu et al., 2020, p.12). Gli ecosistemi sono inoltre strettamente connessi alla biodiversità. Per comprendere tale legame, risulta fondamentale innanzitutto concentrarsi su cosa sono gli

ecosistemi, comprendendo dunque le loro caratteristiche peculiari, come funzionano e come si classificano.

1.1 Gli ecosistemi

Il termine ecosistema viene coniato nel 1935 dall'ecologo e botanico inglese Tansley, che lo definisce come "una porzione di biosfera delimitata naturalmente includente di organismi che interagiscono tra di loro e con l'ambiente che li circonda… L'idea di avanzare verso l'equilibrio, che forse non viene mai completamente raggiunto, ma la cui approssimazione si arriva quando i fattori in gioco sono costanti e stabili per un periodo di tempo sufficientemente lungo…" (Pusceddu et al., 2020, p.22). Negli anni Cinquanta, più precisamente nel 1953, il concetto di ecosistema si evolve con la definizione dell'ecologo statunitense Odum: "l'unità che include gli organismi che vivono insieme in una certa area (comparto biotico), interagenti con l'ambiente fisico (comparto abiotico) in modo tale che un flusso di energia porti ad una ben definita struttura biotica e ad una ciclizzazione dei materiali fra viventi e non viventi all'interno del sistema stesso, sostenuto da una cospicua dispersione di calore" (Pusceddu et al., 2020, p.22), come rappresentato nell'immagine seguente (vedi figura 1.1).

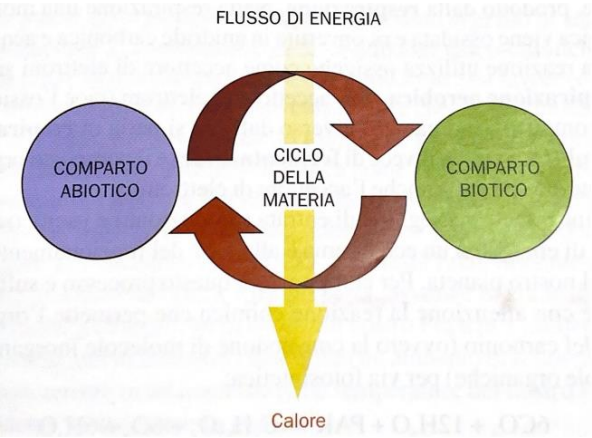


Figura 1.1: rappresentazione schematica di un ecosistema (Fonte: Pusceddu et al., 2020, p.23)

L'ecosistema, quindi, è composto da una parte biotica e da una abiotica. La prima comprende tutti gli organismi viventi che possono essere, sulla base della catena alimentare, produttori primari, consumatori primari, consumatori secondari e decompositori (Pusceddu et al., 2020), come riportato nell'immagine che segue (vedi figura 1.2).

Figura 1.2: schema della catena alimentare (Fonte: D.K. Publishing, 2019, p. 138)

Nello specifico, gli organismi possono suddividersi in livelli trofici, ossia livelli di nutrizione, corrispondenti ai produttori o autotrofi e ai consumatori o eterotrofi. Nel primo livello rientrano le piante e le alghe, che sono produttori primari, vale a dire "organismi in grado di sintetizzare materia organica a partire da molecole inorganiche" (Pusceddu et al., 2020, p.23). Esse utilizzano "l'energia solare per trasformare acqua e anidride carbonica in glucosio, emettendo al tempo stesso ossigeno" (D.K. Publishing, 2019, pp.132-133). Laddove la luce solare è assente, come nel caso degli organismi che vivono nelle profondità marine, detti chemioautotrofi, essi "possono ricavare l'energia loro necessaria dall'ossidazione di sostanze inorganiche, più raramente da quelle organiche, la cui natura varia a seconda delle specie" (Treccani, n.d., para.1). Nel secondo livello, invece, vi sono i consumatori, ossia organismi che si nutrono di altri, e possono essere organizzati su due o tre livelli, dove il vertice è occupato da predatori dominanti, come tigri, orche e aquile reali che non sono predati da nessuno. Nel dettaglio, si distinguono i consumatori primari che corrispondono agli erbivori, come bovini, farfalle, conigli ed elefanti, e i carnivori che invece coincidono con i consumatori secondari, a loro volta mangiati da volpi, piccoli felini e rapaci, i consumatori terziari. Altro elemento fondamentale della catena è costituito dai

decompositori, che degradano la materia morta che si accumula in ogni fase della catena alimentare (D.K. Publishing, 2019). Quest'ultima, dunque, ci fa capire come ciascun elemento dipenda dall'altro per poter vivere e soprattutto come ogni organismo sia indispensabile alla vita di un altro, fattori che ci consentono di comprendere come la mancanza di un animale o pianta possa portare a varie problematiche all'interno della catena alimentare, soprattutto oggigiorno che le specie si trovano sempre più minacciate.

Nella seconda componente, invece, rientrano gli elementi abiotici, ossia privi di vita, dal greco *bios*, cioè vita, preceduto dal prefisso a-, senza. Essi includono sia fattori fisici, come l'energia solare, la temperatura, la pressione dell'aria, il tipo di substrato su cui un organismo vive, sia quelli chimici, quali l'acqua, l'ossigeno e le sostanze minerali (Saraceni & Strumia, 2010).

Le componenti biotiche e abiotiche di un ecosistema funzionano e sono collegate tra loro attraverso il movimento della materia e i flussi di energia, dove sia la materia che l'energia sono conservate (Saraceni & Strumia, 2010), come riportato nell'immagine seguente (vedi figura 1.3).

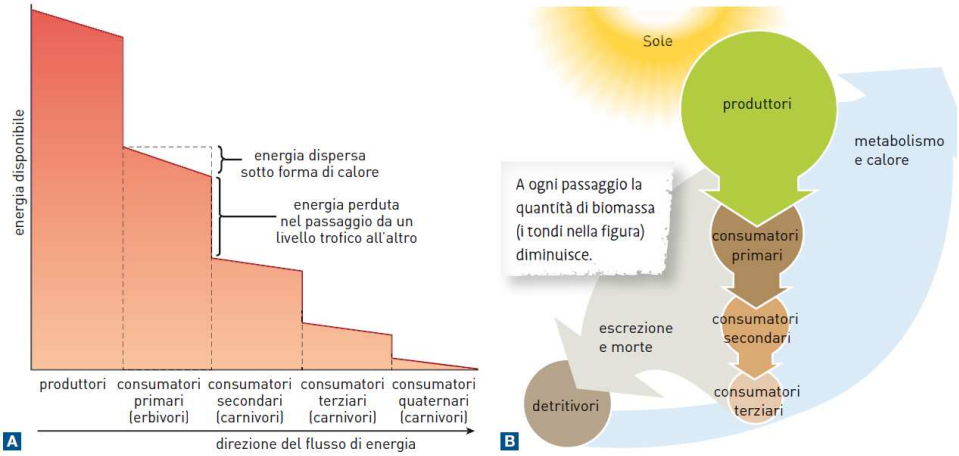


Figura 1.3: gli ecosistemi sono sistemi aperti che possono vivere grazie al flusso di energia e materia (Fonte: Cavazzuti & Damiano, 2019, p.18)

In particolare, il sistema è attraversato da un flusso di energia, che permette di sostenere la vita negli ecosistemi. L'energia solitamente viene fornita da radiazione luminosa a calore. Essa è anzitutto convertita dai produttori, attraverso la fotosintesi clorofilliana, in cibo, che viene poi trasferito agli erbivori e carnivori. Tale energia diminuisce da un livello trofico all'altro poiché viene spesa sia con il movimento e per le attività

vitali, sia con le feci. Si conta infatti che solo il 10% dell'energia di un livello trofico viene trasferito da un livello ad un altro (Lattes, n.d.). A titolo esemplificativo, per comprendere a pieno il processo, si riporta tale caso, che illustra quanto spiegato: "quando un animale mangia una foglia in cui sono immagazzinati 10000 joule di energia, più del 50% si disperde sotto forma di escrementi, il 30% viene disperso attraverso la respirazione cellulare per mantenere le funzioni vitali e il 10% è immagazzinato nei tessuti che formano l'animale" (LUMSA, n.d.), facendo sì che il 90% dell'energia si perda.

Se dunque il flusso di energia entra ed esce da un ecosistema, la materia invece viene riciclata (gli stessi atomi vengono riutilizzati più e più volte): le sostanze chimiche, infatti, circolano all'interno dell'ecosistema senza apporti dall'esterno (Saraceni & Strumia, 2010). Il carbonio, l'azoto, l'idrogeno, l'azoto e il fosforo "compiono un ciclo passando dalla forma inorganica (nel suolo, nell'aria o nell'acqua) a quella organica (negli esseri viventi), e poi nuovamente alla forma inorganica" (Cavazzuti, Damiano, 2019). Questo ciclo viene definito biogeochimico e consiste in vari passaggi: anzitutto i produttori trasformano le sostanze inorganiche dell'ambiente in organiche, poi i consumatori le assimilano, producendo prodotti di scarto, infine, tali sostanze di rifiuto vengono riconvertite in materia inorganica dai decompositori (Cavazzuti, Damiano, 2019).

Illustrato il funzionamento degli ecosistemi, risulta fondamentale comprenderne anche la ripartizione. Essi possono essere suddivisi in ecosistemi terrestri e acquatici. Fanno parte del primo gruppo otto biomi, così classificati nel 1939 dagli ecologi Clements e Shelford nel loro libro *Bioecology*. Il bioma, come riporta l'enciclopedia Treccani, è un "complesso di vegetali con assetto stabile su di una vasta area geografica. La relativa stabilità di un bioma è data principalmente dalle interazioni tra vegetazione e clima, e secondariamente da quelle con il suolo" (Treccani, 2007, para.1). Questa definizione ci permette di comprendere la distinzione in otto biomi, così ripartiti: foresta tropicale, foresta temperata, foresta di conifere (taiga o foresta boreale), savana tropicale, prateria temperata, macchia, tundra e deserto (Smith & Smith, 2023). Tale ripartizione riflette "il contributo delle tre forme di vita generali delle piante: alberi, arbusti e piante erbacee" (Smith & Smith, 2023, p.516). Di seguito si riporta la carta geografica con la ripartizione dei principali biomi nel mondo (vedi figura 1.4) e della loro localizzazione territoriale.

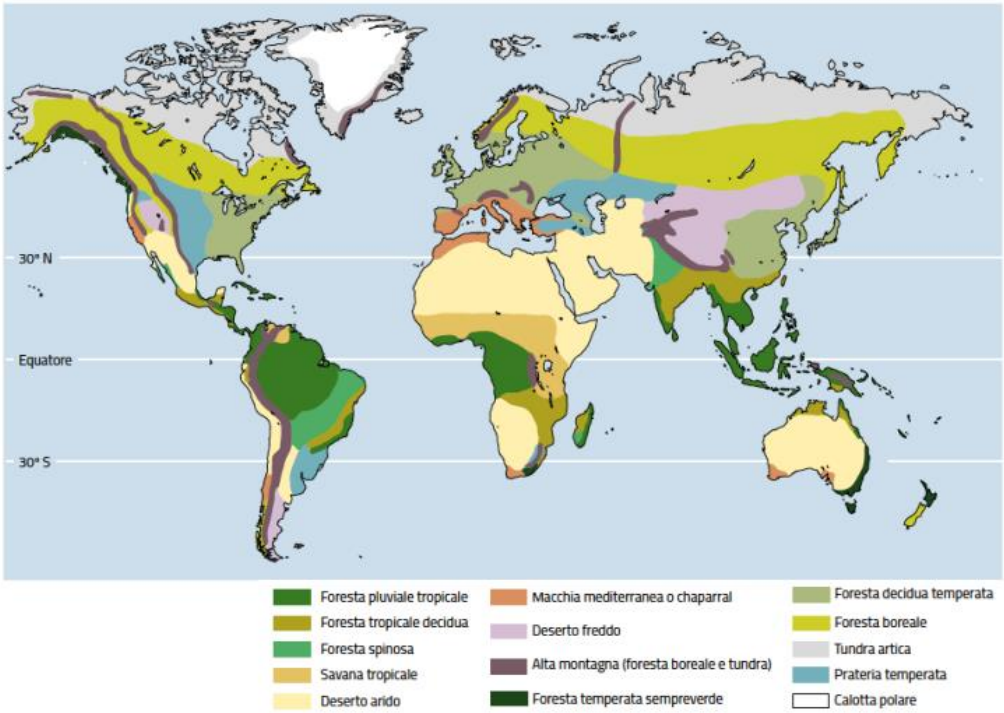


Figura 1.4: ripartizione dei biomi sul pianeta (Fonte: Sadava et al, 2020, slide 7)

L'immagine sopra riportata ci permette di comprendere che la zona equatoriale si contraddistingue per la presenza di foreste pluviali tropicali, dove il clima è caratterizzato da alte temperature e frequenti piogge. Esse, assieme alle foreste stagionali tropicali, che si sviluppano invece verso le aree tropicali, formano le foreste tropicali. Nonostante le foreste pluviali ricoprano soltanto il 6% della superficie terrestre, esse sono ricche in biodiversità, possiedono infatti un'elevata ricchezza di specie animali e vegetali che le rendono un vero tesoro di diversità biologica, tanto da ospitare più della metà delle specie vegetative delle faune attualmente conosciute (Smith & Smith, 2023). Tra le più estese è possibile menzionare la foresta nel bacino del Rio delle Amazzoni in Sud America, seguita dalla foresta presente in Asia sud-orientale e da quella in Africa occidentale. Tali ricchezze, tuttavia, come riporta il WWF (2025), sono seriamente in pericolo a causa delle azioni umane: deforestazione, estrazione mineraria, costruzione di nuove strade e trivellazione petrolifera mettono a rischio tali ecosistemi. Tali azioni sembrano dimenticare la primaria importanza e la preziosità delle foreste in generale, che svolgono funzioni vitali in tutto il mondo. Come

riporta l'ISPRA (n.d.), le foreste sono "gli ecosistemi più biologicamente diversificati sulla Terra, in termini di diversità genetica, di specie e di paesaggio". Esse ospitano "oltre l'80% delle specie terrestri di animali e piante", fornendo ad ognuno di noi beni materiali, come il legname, i medicinali, il cibo, l'acqua, ma anche servizi come "la regolazione di parassiti e patogeni, il mantenimento della fertilità del suolo, la regolazione del ciclo del carbonio (cruciale per mitigare l'effetto serra e i conseguenti cambiamenti climatici), dell'azoto e del fosforo (ISPRA, n.d., para 1)." Ne deriva dunque che il mantenimento della biodiversità e il benessere della popolazione sono strettamente connessi. A titolo esemplificativo, è possibile citare il caso del Sud America che mostra che "dove la biodiversità è stata protetta i livelli di autonomia e di benessere sociale delle comunità locali sono migliori rispetto alle zone dove vi è la monocoltura terrestre o acquatica, ai paesaggi degradati e alle grandi città dove povertà ed emarginazione sono molto diffuse" (Rozzi, n.d., sommario).

Di differente composizione vegetativa e animale è invece la savana, termine inizialmente usato per descrivere aree prive di alberi del Sud America. Ora invece si impiega tale vocabolo per far riferimento "a un insieme di categorie vegetazionali caratteristiche delle regioni aride tropicali e subtropicali, con tappeti erbacei interrotti da cespugli e alberi" (Smith & Smith, 2023, p.524). Tali biomi alternano zone con alberi presenti solo in maniera sporadica, ad arbusteti, fino a zone ricche di alberi e ospitano vaste comunità di erbivori vertebrati e invertebrati (Smith & Smith, 2023). Non solo, nel caso della savana africana sono presenti circa 60 specie di ungulati, che permettono la sopravvivenza di specie carnivore, come il leone, il leopardo, la iena e il ghepardo (Smith & Smith, 2023).

Ancora differenti sono le praterie. Si tratta di ecosistemi molto diversi tra di loro, influenzati dalle condizioni geografiche e climatiche. Questo ci permette di distinguere varie categorie di tali ecosistemi, come le praterie native del Nord America, le steppe in Eurasia, le *pampas* in Sud America e i *veld* in Africa Meridionale. È interessante notare che queste praterie non sono sempre naturali, ma spesso derivano dalla trasformazione di grandi foreste in terreni agricoli, piantagioni da fieno e terre da pascolo (Smith & Smith, 2023). L'attività umana ha avuto un ruolo fondamentale in queste trasformazioni, influenzando anche la biodiversità animale e vegetale. In particolare, le praterie ospitano una notevole biodiversità animale, soprattutto di erbivori, come gli ungulati pascolatori, grazie alla presenza di grandi pascoli (Smith & Smith, 2023).

A rappresentare circa un settimo della superficie terrestre sono invece i deserti, che si sviluppano principalmente tra le fasce comprese tra i 15° Nord e i 30° Sud di latitudine. Tali zone si sviluppano per via della presenza di

masse d'aria secca, lontano dalle correnti oceaniche umide (Smith & Smith, 2023). È possibile distinguere, inoltre, deserti caldi, con temperature che possono arrivare fino a 50° in estate, come il Sahara, e deserti freddi, che possono toccare i -40° in inverno, come il Great Basin nordamericano. A caratterizzare però entrambe le tipologie è l'escursione termica: essi sono caldi di giorno e freddi di notte. Ciò è dovuto alla "mancanza dell'isolamento fornito dalla vegetazione, dalle nuvole e dall'umidità" (WWF, 2025, para.1). La biodiversità vegetale e animale, in tali casi, si è adattata "alle condizioni di alta temperatura e scarsità d'acqua per evitare o resistere alla siccità" (Smith & Smith, 2023, p.543). A titolo esemplificativo, è possibile citare il caso dei cactus e quello dei cammelli. Nel primo caso, come riporta WWF (2025), queste piante sono capaci di assorbire e trattenere l'acqua, elemento che permette a tali piante di sopravvivere a lunghi periodi di siccità. Anche i cammelli si sono dovuti adattare a tali condizioni: essi infatti bevono poco, recuperano l'acqua dal cibo di cui nutrono e alcuni immagazzinano i liquidi sotto forma di grasso nelle gobbe (WWF, 2025). Tale capacità di adattamento fa sì che la biodiversità desertica sia caratterizzata da specie erbivore e carnivore opportuniste, ossia "l'insieme di quelle specie animali ad alta valenza ecologica, ovvero che meglio di altre si adattano a condizioni di vita anche estreme, alle strutture antropiche, ad habitat caratterizzati da differenti parametri ambientali – ecologici – climatici" (Artemide, para.1, 2015). Le zone desertiche, tuttavia, di fronte al crescente cambiamento climatico, si trovano ad essere in grave pericolo. Ciò è dovuto al fatto che si tratta di ambienti estremamente sensibili, per via delle condizioni aride, che si trovano in difficoltà quando si tratta di recuperare dopo una perturbazione (WWF, 2025). Non solo, anche la crescita demografica della popolazione umana che vive nei dintorni di tali zone "esercita una crescente pressione sulle risorse naturali […]. In queste aree l'estrazione di acqua dal sottosuolo è sempre più insostenibile, a discapito degli ecosistemi naturali e delle specie viventi" (WWF, 2025, para.3).

Esaminati i deserti, risulta interessante comprendere le caratteristiche della macchia temperata, determinata dal clima mediterraneo, caratterizzato da estati calde e asciutte e da inverni freddi e umidi. Nello specifico, con il termine macchia si fa riferimento a "comunità di piante dove la forma di crescita arbustiva costituisce la componente dominante o codominante" (Smith & Smith, 2023, p.532). È possibile individuare cinque regioni a ecosistema mediterraneo, che si sviluppano nelle regioni costiere del Mar Mediterraneo, nelle regioni semiaride del Nord America, nel Cile centrale, nella regione del Capo in Sudafrica e nell'Australia sud-occidentale e meridionale. Esse presentano "comunità morfologicamente simili, caratterizzate dalla presenza di arbusti di latifoglie xerofile sempreverdi e di

alberi nani definiti sclerofili con un proprio sottobosco erbaceo" (Smith & Smith, 2023, p.533). Inoltre, a caratterizzare tali ecosistemi è la capacità della vegetazione di adattarsi agli incendi e alla scarsità di nutrienti del suolo. Infatti, molte specie possiedono "semi che richiedono calore o l'azione del fuoco per poter germinare" (Smith & Smith, 2023, p.535). Un esempio è quello del *chaparral*, boscaglia xerofila della California (Treccani, n.d.). In assenza di incendi, esso cresce più alto e accumula materiale combustibile creato da ramoscelli e foglie al suolo. A contatto con il fuoco, essi esplodono, dando vita, successivamente all'incendio, a nuovi germogli verdi (Smith & Smith, 2023).

Nelle zone più umide delle regioni temperate, invece, crescono gli ecosistemi forestali, con foreste temperate di latifoglie decidue nelle regioni umide a medie latitudini e foreste sempreverdi nelle zone umide dell'emisfero australe. Se le foreste di latifoglie decidue si sono ridotte nelle aree europee e cinesi per via dell'azione umana, ed in particolare dell'agricoltura, esse permangono invece nel Nord America. Nella zona degli Appalachi, "la ricchezza in specie arboree è la più alta di tutte le zone temperate del mondo" (Smith & Smith, 2023, p.536). La stratificazione delle foreste decidue mature influenza anche la biodiversità animale, differente in base ai quattro strati, caratterizzati da strato alto arboreo, dallo strato basso arboreo, dallo strato arbustivo e da quello erbaceo.

Nelle zone temperate fredde e boreali, dove persiste un clima continentale freddo, caratterizzato da estati brevi, fredde e umide e inverni lunghi, rigidi, secchi e con abbondanti nevicate, si sviluppano invece le foreste di conifere. Esse includono "le foreste montane dei pini, quelle a più bassa quota dell'Eurasia e del Nord America, e le foreste temperate pluviali del Pacifico nord-occidentale" (Smith & Smith, 2023, p.544). In particolare, la foresta di conifere più estesa è quella rappresentata dalla foresta boreale o taiga (11% della superficie terrestre), il cui termine deriva dal russo e significa "terra dei piccoli bastoncini". Essa è composta da tre zone vegetazionali: l'ecotono foresta-tundra, dove sono presenti abeti rossi, licheni e muschi, il bosco aperto a licheni e abete nero e infine la vera e propria foresta boreale (Smith & Smith, 2023). La ripartizione vegetazionale influenza anche la biodiversità animale della taiga, che preferisce determinate zone ad altre per la sopravvivenza. Questo bioma ospita una comunità animale particolare, tra cui è possibile menzionare, la renna, l'alce, la lepre americana e ancora, tra i predatori, il lupo, la lince e la martora dei pini (Smith & Smith, 2023).

Infine, a caratterizzare la tundra artica sono le scarse precipitazioni e le basse temperature. Con il termine tundra, dal finlandese *tunturi* che significa "pianura senza alberi", si fa riferimento ad "una fascia che circonda l'estremità settentrionale dell'emisfero boreale ed è costituita da una pianura

gelata a cariceti, brughiere e saliceti, cosparsa di laghi e attraversata da torrenti" (Smith & Smith, 2023, p.539). Essa si distingue in due tipologie: da un lato la tundra con una copertura vegetale del 100% e suolo bagnato o umido e dall'altra il deserto polare, con una vegetazione inferiore al 5% e il suolo arido. A caratterizzare il bioma della tundra artica sono essenzialmente tre aspetti (Smith & Smith, 2023):

- La presenza del permafrost, ossia uno "uno strato perennemente gelato che si forma sotto la superficie del terreno, raggiungendo profondità anche di centinaia di metri" (Smith & Smith, 2023, p.538).
- Lo strato superficiale che ogni estate si disgela;
- La vegetazione che riduce le temperature e ritarda il disgelo del suolo in estate.

Ciò implica la presenza di una vegetazione che sia in grado di adattarsi a tali condizioni, caratterizzata da un numero scarso di specie e da una crescita molto rallentata, dove le piante sfruttano al massimo le giornate della stagione estiva molto breve, compiendo la fotosintesi per l'intera durata del giorno (Smith & Smith, 2023). La biodiversità animale, seppur poco diversificata, è unica nel suo genere: essa presenta grandi sciami di insetti, di cui si nutrono gli uccelli delle zone paludose, e vertebrati quali il lemming, la lepre artica, la renna e il bue muschiato, oltre a carnivori come il lupo, la volpe artica e il gufo delle nevi. Questo affascinante e gelido bioma, tuttavia, è seriamente a rischio poiché sta affrontando le conseguenze di un cambiamento climatico che sembra non avere tregua. Una delle cause principali sta nell'aumento delle temperature, che causa lo scioglimento del permafrost. Lo scioglimento porta con sé il rilascio del metano, un potente gas serra, che è intrappolato al suo interno e che provoca l'aumento delle temperature. Non solo, conseguenze negative si ripercuotono anche sul paesaggio, con cedimenti ed erosione del terreno. Altro elemento che mette a rischio il bioma della tundra è il cosiddetto fenomeno dell'"inverdimento artico". Ciò significa che gli arbusti stanno colonizzando aree un tempo sterili, modificando le comunità vegetali tipiche della tundra. Nonostante possa sembrare un cambiamento positivo, questo fenomeno destabilizza l'equilibrio delicato dell'ecosistema. Come afferma Logan Berner, ecologo del cambiamento globale presso la Northern Arizona University di Flagstaff, all'interno dello studio pubblicato su *Nature Communications* a proposito dell'inverdimento artico (2020) "the Arctic tundra is one of the coldest biomes on Earth, and it's also one of the most rapidly warming. This Arctic greening we see is really a bellwether of global climatic change – it's a biome-scale response to rising air temperatures." (Mersmann, 2020, para. 1). Gli arbusti, infatti, assorbono più calore rispetto alle piante basse, accelerando così lo scongelamento del permafrost (Greenfield, 2024).

Questo ha ripercussioni sulla fauna selvatica che dipende da certe piante, ma anche sulla popolazione della regione che ricava il cibo dagli ecosistemi locali (Mersmann, 2020).

Dopo aver esplorato gli ecosistemi terrestri, il focus passa ora a quelli acquatici. Questi ultimi costituiscono la parte più estesa della biosfera, ricoprendo i tre quarti della superficie terrestre, e svolgono un ruolo cruciale "nella stabilizzazione delle emissioni di gas serra e nel mitigare gli impatti dei cambiamenti climatici" (Legambiente, 2021, para.3).

Secondo la classificazione di Smith & Smith (2023), gli ecosistemi acquatici si distinguono in base della salinità dell'acqua, suddividendosi in ecosistemi di acqua dolce e di acqua salata. A un livello più dettagliato, gli ecologi separano gli ecosistemi marini in sistemi costieri e sistemi di acque aperte. Gli ecosistemi d'acqua dolce, invece, vengono classificati in base alla batimetria e alla velocità di corrente, distinguendo tra acque correnti (ecosistemi lotici) e acque ferme (ecosistemi lentici). Nelle pagine seguenti, verrà fornita una panoramica su entrambi i tipi di ecosistemi acquatici, con un'attenzione particolare al loro legame con la biodiversità, evidenziando come quest'ultima sia fortemente a rischio.

Per quanto riguarda gli ecosistemi di acqua dolce, come ad esempio fiumi, laghi e stagni, essi rappresentano "una porzione limitatissima dell'acqua presente sul pianeta, ma questi ambienti ospitano una grande varietà di organismi: circa il 10% di tutte le specie acquatiche" (Legambiente, 2021, para.3). A tal proposito, risulta interessante porre l'attenzione sulle zone umide, che, come riportato nella Convezione internazionale di Ramsar (Iran, 2 febbraio 1971), sono ecosistemi ricchi in biodiversità. Essi comprendono laghi, stagni, lagune, paludi, acquitrini, fontanili, risorgive e torbiere (WWF, 2025). La Convenzione sopra riportata, sottoscritta da 170 Paesi, "comprende una Lista di circa 2.200 zone umide di importanza strategica internazionale per il mantenimento della biodiversità mondiale, e coprono una superficie di oltre 220 milioni di ettari" (Legambiente, 2021, para.4). Nonostante ciò, le zone umide sono fortemente a rischio, tanto che dal 1900 ad oggi, due terzi è andato distrutto (Legambiente, 2021). Le principali cause della perdita e del degrado delle zone umide sono legate ai cambiamenti nell'uso del suolo. In particolare, la conversione delle terre per l'agricoltura e il pascolo, insieme all'espansione urbana e delle infrastrutture, contribuiscono significativamente a questo problema. Inoltre, l'eccessivo rilascio di nutrienti nelle zone umide e il prelievo di acqua per la costruzione di dighe, laghetti, corsi d'acqua e canali aggravano ulteriormente la situazione (Legambiente, 2021). Tuttavia, c'è scarsa consapevolezza circa l'importanza delle zone umide e della necessità della loro salvaguardia: esse rappresentano da una parte un ricco serbatoio di biodiversità, e dall'altra

sono indispensabili per i servizi ecosistemici. Le zone umide ospitano più di 100000 specie di acqua dolce conosciute e costituiscono un habitat di favore per rane, rospi, tartarughe e numerosi invertebrati. Non solo, gli uccelli nidificanti, migratori e svernanti dipendono da tali zone per la loro riproduzione e la ricerca di cibo (Smith & Smith, 2023). Inoltre, esse sono fondamentali perché forniscono vari servizi ecosistemici, come riporta Legambiente (2021), quali l'approvvigionamento idrico. Ogni essere umano ha infatti bisogno di 20-50 litri d'acqua per bere, cucinare e pulirsi, e tale acqua è fornita dalle zone umide. Non solo, in tali aree le piante "filtrano e assorbono i fertilizzanti e pesticidi dannosi che vengono rilasciati nelle acque, così come i metalli pesanti e le tossine di origine industriale" (Legambiente, 2021, para.4). La fornitura del cibo, inoltre, deriva da questi luoghi: si pensi al riso, cereale coltivato nelle risaie e alimento base per numerose persone nel mondo oppure al pesce d'acquacoltura prodotto nelle paludi, negli estuari e nei laghi costieri. Un'altra funzione ricoperta dalle zone umide è il fatto che esse sono anche "ammortizzatori di eventi naturali estremi, assorbendo le precipitazioni abbondanti e riducendo l'impatto delle inondazioni fluviali, mentre agiscono come stoccaggio idrico nei periodi di siccità" (Legambiente, 2021, para.4). Infine, tali aree "mitigano l'impatto dei cambiamenti climatici quali serbatoi di carbonio più del doppio delle foreste, e limitano l'erosione delle aree costiere per effetto dell'innalzamento del livello dei mari, riducendo l'impatto di tifoni, uragani e tsunami" (Legambiente, 2021, para.4).

Diversi sono gli ecosistemi marini: a differenza degli ecosistemi d'acqua dolci, essi ricoprono la maggior parte della superficie terrestre, circa il 70% e sono molto profondi. Non solo, essi sono caratterizzati anche dalla salinità, dal moto ondoso e da ritmi tidali (Smith & Smith, 2023). In particolare, il mare può essere distinto in cinque zone, riportate dalla meno profonda a quella più profonda (vedi figura 1.5):

- Zona epipelagica
- Zona mesopelagica
- Zona batipelagica
- Zona abissopelagica
- Zona adopelagica

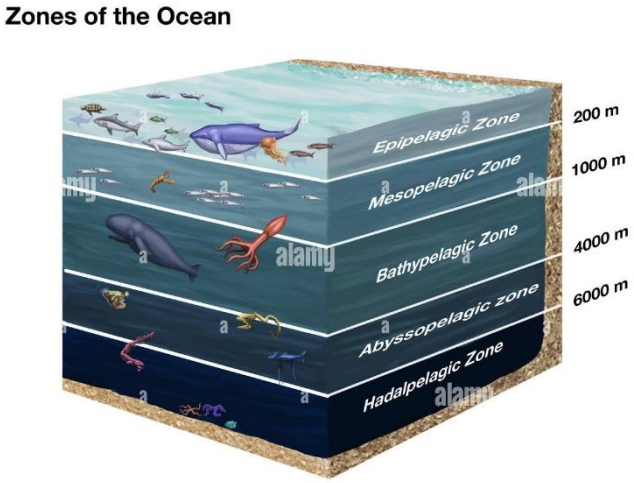


Figura 1.5: zone dell'oceano (Alamy, n.d.)

La biodiversità marina è fondamentale per l'equilibrio del nostro pianeta. La vita si sviluppa sia negli strati più superficiali che negli abissi. A determinare la ricchezza di forma viventi nei mari e negli oceani sono "la luce, la pressione, i gas disciolti in acqua, le caratteristiche dell'acqua, i nutrienti, la temperatura, la salinità, la densità, il moto ondoso, le maree, le correnti di superficie e la circolazione profonda" (WWF, 2025, para.1). In particolare, "the ocean is one of the main repositories of the world's biodiversity. It constitutes over 90 per cent of the habitable space on the planet and contains some 250,000 known species, with many more remaining to be discovered—at least two thirds of the world's marine species are still unidentified" (United Nations, 2017, para.1). Infatti, stando ai dati riportati dall'UNESCO (2022), solo il 5% dell'oceano è stato documentato dagli esseri umani, mentre molte altre specie rimangono ancora oggi inesplorate. Nonostante ciò, la ricchezza animale e vegetale presente negli oceani, dalle più comuni specie ittiche ai batteri presenti sui fondali, è fondamentale per la sopravvivenza di tutte le specie viventi presenti sul nostro pianeta, essenzialmente per tre motivi. Anzitutto, la biodiversità marina ha un ruolo fondamentale nella termoregolazione del clima globale. Inoltre, gli oceani sono una risorsa per la produzione di ossigeno, soprattutto grazie alla presenza di specie come il fitoplancton. Si tratta di specie microscopiche ma dal ruolo ecologico primario poiché "sintetizzano sostanze organiche e generano ossigeno attraverso la fotosintesi, contribuendo a produrre oltre il 50% dell'ossigeno terrestre e a catturare circa 37 miliardi di tonnellate di CO2, pari al 40% di

quella prodotta" (Il respiro degli oceani, n.d., p.7), pari al lavoro svolto da quattro foreste amazzoniche. Infine, gli oceani assorbono l'anidride carbonica (Il respiro degli oceani, n.d.), più precisamente "circa un quarto dell'anidride carbonica che viene emessa, corrispondente ad almeno il 30% di tutte le emissioni di CO_2 generate dalle attività umane in tutto il mondo" (Il respiro degli oceani, n.d., p.3). Un esempio significativo è quello svolto da *Posidonia oceanica*, considerata il polmone del Mediterraneo. Questa pianta "sequestra circa 5.7 milioni di tonnellate di CO2 ogni anno. Si stima che le praterie di Posidonia abbiano immagazzinato tra l'11% e il 42% delle emissioni totali di CO2 dei Paesi mediterranei dall'epoca della Rivoluzione Industriale" (Il respiro degli oceani, n.d., p.7). Seppur fondamentali, gli oceani sono però sempre più a rischio per via del cambiamento climatico. In particolare, la minaccia alla biodiversità marina si realizza a causa di quello che viene definito il "trio mortale": l'acidificazione degli oceani, causata dalle emissioni di anidride carbonica e che riduce la disponibilità di carbonato di calcio per gli organismi, il riscaldamento del mare, che altera il metabolismo degli organismi e la deossigenazione, ossia una perdita di ossigeno nel mare (EEA, 2024).

Gli esempi sopra citati, in riferimento agli ecosistemi terrestri e marini, e i relativi esempi, ci permettono di comprendere il nesso presente tra biodiversità e ecosistemi. Infatti, gli scienziati ritengono che "la biodiversità, in particolare la diversità genetica e di specie, sia un motore del funzionamento degli ecosistemi" (D.K. Publishing, 2019, p.157). In particolare, a legare la biodiversità e gli ecosistemi sono due concetti fondamentali: la resilienza e la resistenza. Il primo termine, stando all'etimologia, deriva dal verbo latino *resilire*, che significa "saltare indietro, ritornare in fretta, di colpo, rimbalzare, ripercuotersi" (Accademia della Crusca, 2014). Usato in vari settori, fu introdotto nell'ambito dell'ecologia dall'ecologo Crawford Holling nell'articolo *Resilience and Stability of Ecological Systems*, pubblicato nel 1973 sulla rivista *Annual Review of Ecology and Systematics*. Egli sostiene che "la resilienza sia la capacità di un ecosistema di reagire agli shock subiti, tramite nuove "strutture emergenti" capaci di assorbire lo stress. L'ecosistema è in altre parole in grado di ristrutturarsi, di cambiare la sua organizzazione interna al fine del mantenimento delle proprie funzioni vitali" (Angelini & Pizzuto, 2007, p.34). Si tratta dunque di un adattamento di un ecosistema a disturbi naturali, come ad esempio incendi, tsunami, siccità, o disturbi antropici, quali la deforestazione, l'inquinamento o l'introduzione di specie invasive (Libre Texts, n.d.). La resistenza, invece, consiste nella "capacità di un ecosistema di rimanere invariato quando è soggetto a una o più perturbazioni" (Libre

Texts, n.d., para.1). Resistenza e resilienza determinano la stabilità degli ecosistemi.

Ma come influisce la biodiversità sugli ecosistemi? Se alcuni ecosistemi sono più resilienti o resistenti, per altri non è sempre così. Sicuramente la biodiversità influisce su questi parametri. Infatti, "se per esempio vi è una sola specie di pianta che nel sistema svolge una particolare funzione, e tale specie non è resistente al gelo, un inverno insolitamente rigido può danneggiare la specie fino ad avere un effetto importante sul sistema nel suo insieme. Invece, se nel sistema vi sono varie specie aventi questo ruolo, è più probabile che almeno una sia resistente" (D.K. Publishing, 2019, p.197). Questo ci permette di comprendere come la riduzione della diversità porta a una minore resistenza e resilienza di un ecosistema e conseguentemente come un ecosistema ricco in biodiversità sia necessariamente più stabile. Ecosistemi e biodiversità sono dunque strettamente connessi. A tal proposito, Buiatti sottolinea tale concetto scrivendo:

> La biodiversità, quindi, da un lato si perde se gli ecosistemi si destrutturano, e dall'altro contribuisce al loro mantenimento o, nel caso non resistano ai fattori di distruzione interni o esterni, alla loro ricostruzione. Si dice infatti comunemente che una forte diversità è una «assicurazione sulla vita» per gli ecosistemi in cui si trova (Buiatti, 2016, p.86).

Come riporta Vacchiano, "le storie della resilienza del bosco possono ispirarci fiducia nella capacità degli ecosistemi di adattarsi a condizioni difficili, una capacità acquisita grazie a milioni di anni di lenta evoluzione. Ma da un secolo a questa parte stiamo sottoponendo la nostra casa comune a pressioni e cambiamenti estremamente repentini, di fronte ai quali la resilienza potrebbe non bastare" (Vacchiano, 2019, p.5). Le crescenti minacce alla biodiversità, infatti, preoccupano talmente tanto che potrebbero portare a danni irreversibili sugli ecosistemi, come ad esempio la distruzione indiscriminata di habitat (D.K Publishing, 2019). A tal proposito, è possibile citare il caso dei *tipping points* o punti di non ritorno, citati nel *Living Planet Report* 2024, rapporto biennale sulle tendenze della biodiversità a cura del WWF e ZSL, *Zoological Society of London*. Con il termine *tipping point* si fa riferimento al momento in cui "gli impatti cumulativi raggiungono una certa soglia, il cambiamento si autoalimenta, determinando un cambiamento sostanziale, spesso brusco e potenzialmente irreversibile" (WWF, 2024, p.34), come riportato in figura 1.6.

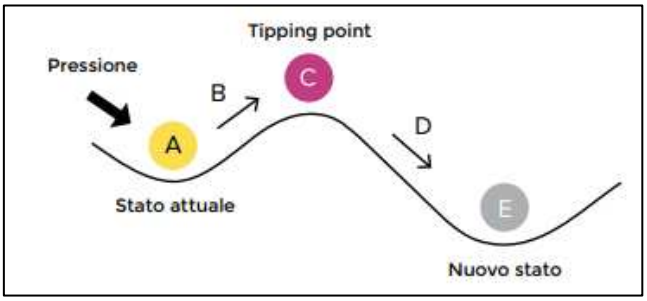


Figura 1.6: illustrazione di come avviene un *tipping point*
(Fonte: WWW, 2024, p.34)

Nel mondo naturale, come riportano il *Living Planet Index* e altri indicatori simili, essi "si verificano quando pressioni individuali o combinate come il degrado dell'habitat, il cambiamento nell'uso del territorio, il sovrasfruttamento o il cambiamento climatico spingono il sistema oltre una soglia critica" (WWF, 2024, p.35), portando a conseguenze catastrofiche e irrimediabili. Attualmente sono stati individuati sei *tipping point* (WWF, 2024):

- Rischio di estinzione di massa delle barriere coralline con conseguente crollo della pesca e riduzione della protezione costiera di persone che vivono in tali zone;
- Pericolo per la foresta amazzonica con il rilascio di tonnellate di carbonio e un successivo sconvolgimento dei modelli metereologici;
- Collasso del vortice subpolare, che porterebbe "a una rapida riduzione della temperatura dell'aria in Europa, maggiore siccità ai tropici e l'innalzamento del livello del mare" (WWF, 2024, p.35);
- Fusione delle calotte glaciali in Groenlandia e dell'Antartide occidentale, da cui deriverebbe un innalzamento del mare;
- Scioglimento del permafrost, con un rilascio di emissioni di anidride carbonica e metano.

Al fine di prevenire i *tipping point*, Camilla Sguotti, ricercatrice del Dipartimento di Biologia dell'Università di Padova, ha condotto uno studio, dal titolo *Resilience assessment in complex natural system*, per individuare un metodo di valutazione della resilienza degli ecosistemi, il sistema CUSPRA (*Cusp Resilience Assessment*). Esso è "un nuovo metodo per valutare la resilienza dei sistemi ecologici basato su dati empirici. Questo metodo fornisce una stima di quanto un sistema sia vicino a un punto di svolta (sotto forma di biforcazione della *cuspide*) e quindi a uno spostamento verso un nuovo stato o regime" (Sguotti et al., 2024, para.4). Si tratta senza

dubbio di uno studio innovativo al fine di "supportare la gestione sostenibile delle risorse ambientali e per determinare la probabilità di arrivare a una situazione irreversibile di *tipping point"* (Campantico, Varrone, 2024, para.4).

1.2 Biodiversità: una definizione a tre livelli

Presentati gli ecosistemi, e illustrato il nesso con la biodiversità, il focus passa ora ad analizzare nel dettaglio la biodiversità. In particolare, dopo aver definito il termine, l'attenzione verrà posta alle minacce che mettono a serio rischio la biodiversità, per passare in seguito a comprenderne la sua fondamentale importanza. Non solo, verranno illustrate anche le azioni introdotte per la salvaguardia di tale preziosità biologica, per arrivare infine ad analizzare il caso della biodiversità nella nostra regione.

Il termine biodiversità, dall'inglese *biodiversity*, a sua volta abbreviazione di *biological diversity*, è stato coniato nel 1988 da Edward Osborne Wilson, biologo americano. È stato proprio Wilson a farne il primo impiego, e per questo è considerato da tutti come il "padre della biodiversità". Con questo termine, come sottolinea l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca ambientale (ISPRA), si intende "la ricchezza di vita sulla terra: i milioni di piante, animali e microorganismi, i geni che essi contengono, i complessi ecosistemi che essi costituiscono nella biosfera" (ISPRA, n.d, para.1). Inoltre, la *Convention on Biological Diversity* (CBD) definisce la biodiversità come la varietà e la variabilità degli organismi viventi e dei sistemi ecologici in cui essi vivono, evidenziando che la biodiversità include la diversità a livello genetico (biodiversità genetica), specifico (biodiversità di specie) ed ecosistemico (biodiversità di ecosistemi).

Diversità genetica

Essa definisce la differenza dei geni all'interno di una determinata specie, corrispondendo alla totalità del patrimonio genetico a cui contribuiscono tutti gli organismi che popolano la Terra. Nello specifico "ogni individuo possiede un insieme unico di caratteristiche genetiche che determinano le sue caratteristiche e il suo adattamento all'ambiente circostante" (3Bee, 2023, para.2). Ne consegue che maggiore è la diversità genetica e maggiore sarà la probabilità di sopravvivenza della specie. Ciò deriva dal fatto che c'è una maggiore resistenza a fattori di stress. Risulta dunque fondamentale preservare la diversità di specie al fine di mantenere la resilienza delle specie e la capacità di fare fronte a sfide future (3Bee, 2023). A tal proposito si

rivela necessario specificare ciò che significa "resilienza di una specie". A questo riguardo, con questo termine si intende la "capacità di assorbire gli effetti dei cambiamenti, riorganizzarsi e adattarsi al nuovo contesto mantenendo essenzialmente la stessa configurazione e le stesse funzioni di prima" (Enel, 2024, para.1). La diversità genetica può essere usata "per quantificare la diversità tra specie, ad esempio quantificare quanto tempo sia passato nel processo di separazione di specie diverse, per connetterle ad antenati comuni, o anche per misurare la diversità complessiva di una comunità biologica o di un ecosistema attraverso la quantificazione di indicatori molecolari" (Chiarucci, 2024, pp.5-6).

Diversità specifica

Con questo termine si fa riferimento alla diversità di specie presente in una determinata area. Più precisamente, essa comprende la ricchezza di specie, a livello di numero di stesse specie presenti in una stessa zona, o di frequenza delle specie, vale a dire la loro rarità o abbondanza in un determinato habitat. Preservare la diversità di specie è fondamentale all'interno di un ecosistema, poiché, come pubblicato su *Nature*, una delle più importanti riviste scientifiche, "una maggiore diversità delle specie all'interno di un ecosistema può aumentare la sua produttività, la resistenza agli impatti ambientali e la capacità di ripristino dopo una perturbazione" (3Bee, 2023, para. 3). Non solo, le specie sono essenziali per mantenere l'equilibrio biologico e salvaguardare la vitalità degli ecosistemi, poiché svolgono ruoli cruciali come impollinatori, regolatori delle popolazioni di parassiti e partecipano anche al ciclo di nutrienti (3Bee, 2023).

Diversità ecosistemica

Essa fa riferimento al numero e all'abbondanza di habitat, delle comunità viventi e degli ecosistemi all'interno dei quali i diversi organismi vivono e si evolvono. Essa include tutti i diversi ambienti, naturali e non naturali, che esistono sulla terra. Secondo l'IPBES, The *Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*, la diversità ecosistemica è essenziale per il benessere umano, poiché fornisce benefici come la purificazione dell'aria e dell'acqua, la fertilizzazione del suolo e il controllo delle malattie. Tuttavia, essa risulta in pericolo dalle attività umane che minacciano il benessere dell'intero pianeta.

Nonostante la classificazione della biodiversità sia stata fatta sulla base di tre livelli, è importante sottolineare che queste differenti tipologie di

biodiversità sono tra loro interconnesse e si influenzano a vicenda. Ne deriva che la perdita di una determinata tipologia di biodiversità produce effetti negativi anche sulle altre tipologie e sulla salute complessiva dell'ecosistema (Enel Green Power, n.d.).

1.3 Minacce alla biodiversità: sfide e pericoli imminenti

Come esplicitato in precedenza, la biodiversità è essenziale per il benessere del nostro pianeta e per la nostra sopravvivenza, tant'è che "nessun essere vivente potrebbe vivere senza la biodiversità" (D.K. Publishing, 2019, p.92). Tuttavia, questa straordinaria ricchezza è minacciata da diversi fattori, che illustrerò nelle pagine seguenti, evidenziando anche le conseguenze che si ripercuotono sugli ecosistemi e sulle specie che li popolano.

Gli ecologi hanno rintracciato e ancora continuano ad indagare sulle cause che stanno mettendo a serio rischio la biodiversità, rivenendo nelle attività umane la principale causa e sottolineando come "l'attuale tasso di estinzione delle specie è considerato fino a 1000 volte maggiore rispetto all'epoca precedente il 1800, quando l'umanità cominciò a dominare il pianeta" (D.K. Publishing, 2019, p.93). A tal proposito il biologo americano Wilson illustra cinque attività umane che influenzano maggiormente la biodiversità della Terra (D.K. Publishing, 2019), cinque pericoli che sono tra loro interconnessi: distruzione degli habitat, specie invasive, inquinamento, incremento demografico e depauperamento per eccesso di caccia e pesca (vedi figura 1.7)

Figura 1.7: cinque attività umane che minacciano la biodiversità (Fonte: D.K. Publishing, 2019, p. 93)

Nel primo caso, la distruzione, degradazione e frammentazione degli habitat può avvenire sia in conseguenza di cause naturali, come ad esempio incendi, inondazioni, alluvioni ecc., sia e soprattutto per via di cambiamenti significativi operati dall'uomo. Su quest'ultimo punto si rivela interessante un esempio che riporta l'ISPRA (n.d.). La distruzione della foresta tropicale per far spazio a coltivazioni di soia, canna da zucchero o palma da olio è una delle principali cause di perdita di biodiversità. Ciò avviene poiché la foresta tropicale è molto ricca di biodiversità e ogni anno ne vengono distrutti milioni di ettari, tanto che "la distruzione della foresta pluviale tropicale è diventata quasi sinonimo di declino della biodiversità" (Smith & Smith, 2013, p.669). L'Amazzonia è considerata infatti il luogo con maggiore biodiversità nel mondo. Nella sua enciclica Laudato Si, Papa Francesco (2015) ha sottolineato l'importanza dell'Amazzonia come uno dei "polmoni del pianeta colmi di biodiversità" (LS § 38) (Gutiérrez-Escobar, p. 31). Ciò su cui è interessante soffermarsi è che questo luogo iconico è considerato da molti ancora una zona incontaminata e inabitata. I dati attuali però ci offrono una situazione completamente opposta: su scale mondiale ogni anno vengono distrutti 140000 km^2 di foresta tropicale. Nella regione amazzonica del Brasile il tasso di deforestazione degli anni Ottanta ha superato l'1% annuale e l'estensione delle foreste è diminuita del 20% circa, passando da oltre 4 milioni di km^2 nel 1970 a valori stimati appena sopra i 3.3 milioni di km nel 2008 (Smith & Smith, 2013). È bene sottolineare però che "anche se la deforestazione è ormai largamente riconosciuta come una delle maggiori sfide alla conservazione della biodiversità, non altrettanta attenzione è stata data alla frammentazione degli habitat, processo strettamente correlato al primo" (Smith & Smith, 2013, p. 669). Infatti, per via dell'aumento delle attività umane, aree che prima erano interamente coperte di foreste ora sono frammentate (Smith & Smith, 2013). Essa costituisce una gravissima minaccia alla diversità biologica ed è un processo in fase di accelerazione esponenziale a livello globale, in special modo nelle aree tropicali (Battisti, 2004). Ciò implica conseguenze irreversibili su popolazioni animali e vegetali, influenzando i movimenti degli individui e la loro presenza, abbondanza e persistenza con ricadute a livello di comunità e di ecosistema (Wilcox e Murphy, 1985, in Battisti, 2004; Wilcove et al., 1986; Fahrig, 1997; Villard et al., 1999; Davies et al., 2001; Soulé e Orians,

2001). Tale processo di frammentazione può interessare differenti ecosistemi terrestri, come foreste, zone umide e costiere e praterie.

> Esso, tuttavia, non risulta distribuito casualmente nello spazio: le aree più favorevoli alle attività umane come, ad esempio, le zone planiziarie e costiere, sono state e vengono attualmente trasformate e frammentate per prime e con un'intensità maggiore (Saunders et al., 1991; Orians e Soulé, 2001). Bologna (2002) elenca, a tal proposito, alcune tipologie che, in Italia, risultano maggiormente sensibili a questo processo: gli ambienti costieri dunali e retrodunali, i boschi montani maturi, le formazioni steppiche mediterranee, gli ecosistemi igrofili di pianura (Battisti, 2004, pp. 31-32).

Altro elemento che mette a serio rischio la biodiversità è costituito dall'introduzione da parte dell'uomo di specie invasive. Seppur tale problematica è oggetto di studio solo negli anni recenti, in realtà tali spostamenti hanno origini antiche, come afferma Genovesi (2024). Tale riflessione è testimoniata dal padre dell'evoluzionismo Charles Darwin, che senza ancora conoscere il termine, riuscì a comprendere che alcune specie erano dannose per la biodiversità. In particolare, durante il viaggio a bordo della *Beagle*, nella tappa neozelandese, egli si accorse che il ratto norvegese avevo annientato quello neozelandese e che alcune erbe infestanti di provenienza europea stavano sostituendosi a quelle originarie, comprendendo le minacce di tali organismi (Genovesi 2024). Egli, in qualche modo, anticipò il concetto di specie aliene. A tal proposito,

> l'invasione biologica avviene quando un organismo si afferma al di fuori del proprio areale di diffusione, in un primo tempo penetra o viene introdotto, colonizzando nuovi territori, diffondendosi ed entrando in concorrenza con le specie indigene al momento della sua naturalizzazione (Martinez-Ghersa et al., 2000, in Maetzke, 2005, p.341).

Il principale vettore di dispersione di un'elevata quantità di specie vegetali e animali è costituito dall'uomo che, involontariamente o intenzionalmente, trasporta al di fuori della loro area di distribuzione naturale varie specie (Smith & Smith, 2013). Seppur molte di esse non riescono a sopravvivere in nuovi ambienti, altre invece si adattano con successo. "Queste piante e animali non native sono definite specie non indigene, aliene, esotiche e nei casi in cui si sviluppano in modo massiccio sono definite specie aliene invasive" (Smith & Smith, 2013, p. 671). All'interno del nuovo

ambiente, questi individui, ma anche semplicemente parti di individui o strutture riproduttive come semi, propaguli o uova, "possono essere avvantaggiati dall'assenza di predatori o parassiti specifici, oppure approfittare della scarsa competitività delle specie già presenti a causa del disturbo antropico e della presenza di habitat già compromessi" (Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica, 2024, para.2). In tali condizioni queste specie possono diventare esotiche invasive (IAS – *Invasive Alien Species*). Questo trasferimento di specie, che ormai riguarda tutti i continenti, a livello storico, è andato potenziandosi, per via delle possibilità di trasporto, del coinvolgimento negli spostamenti di masse sempre più crescenti di persone e dell'aumento di velocità di trasferimento (Smith & Smith, 2013). A tal proposito, risulta interessante domandarsi quali sono le motivazioni che spingono a tali spostamenti. Seppur alcuni motivi risultano ignoti, è comunque nota una lunga lista di specie introdotte dall'uomo per ragioni produttive, estetiche o di curiosità, come spiega Sartori (Smith & Smith, 2013). A livello di effetti spettacolari che alcune specie non indigene provocano su coloro che le ammirano sono gli esemplari di *Fallopia japonica*, nativa dell'Asia orientale, e *Sicyos angulatus*, di origine nordamericana (Smith & Smith, 2013). Si tratta di piante che radicatesi in Italia stupiscono per via degli scenari suggestivi e inconsueti dovuti nel primo caso alla presenza di fusti alti 4 o 5 metri con grandi foglie e nel secondo caso a fusti che coprono il suolo con una coltre orizzontale uniforme e compatta e che si arrampicano anche sugli alberi avvolgendone persino la chioma.

Un altro esempio è quello costituito dagli orti botanici: essi accolgono specie di terre lontane che poi, non controllate, si diffondono nelle zone circostanti. Il caso più conosciuto è quello della *Robinia pseudacacia*. Questo esemplare, coltivato nel *Jardin de Plantes* di Parigi nel 1602, si è poi diffuso in tutto il continente, sia per volontà dell'uomo, essendo che la robinia produce un ottimo legno da ardere, sia in maniera autonoma per la sua capacità efficiente di riproduzione. Essa costituisce oggi una specie dominante nell'alta Italia e rappresenta un esempio di specie naturalizzata: essa si è stabilizzata sul territorio e vive come se fosse nativa, tanto che desta stupore a coloro ai quali viene detto che si tratta di una specie esotica. Se nel caso della robinia l'introduzione non è andata a discapito delle specie già presenti, essendo talmente indispensabile che se si potesse togliere sparirebbero tutti i boschi e i corridoi biologici presenti nelle aree dell'alta Italia, altre specie invece rappresentano una minaccia (Smith & Smith, 2013). Infatti, tali specie invasive, come quelle animali ad esempio, "causano spesso l'estinzione di specie native vulnerabili attraverso meccanismi quali la predazione, l'erbivoria, la competizione e l'alterazione degli habitat"

(Smith & Smith, 2013, p.671). A titolo di esempio è possibile citare ciò che avviene per le specie insulari. "Nelle Hawaii, negli ultimi 200 anni si sono estinte 263 specie indigene; 300 sono considerate a rischio di estinzione e 1400 sono minacciate" (Smith & Smith, 2013, p.671). Un ulteriore esempio è quello del serpente arboreo bruno, *Boiga irregularis*, che, originario della Nuova Guinea, è arrivato accidentalmente nell'isola di Guam attorno al 1950 a bordo di un'imbarcazione militare. L'introduzione di questa specie ha fatto sì che 9 delle 12 specie ornitiche locali siano state eliminate. Esattamente come le specie invasive animali, anche nel caso dei vegetali le ripercussioni possono rivelarsi pericolose. Infatti "specie invasive vegetali alterano il regime degli incendi, il ciclo dei nutrienti, il flusso di energia e il ciclo dell'acqua" (Smith & Smith, 2013, p. 672). Solamente negli Stati Uniti, circa 5000 specie di piante non native crescono negli ecosistemi naturali, in cui vivono oltre 17000 specie di piante indigene. L'introduzione di piante esotiche ha portato alla scomparsa o minaccia di estinzione del 95% delle specie vegetali nelle Hawaii (Smith & Smith, 2013). Sebbene gli esempi sopra citati si riferiscano agli ecosistemi terrestri, la situazione si rivela analoga anche per gli ecosistemi acquatici. A titolo esemplificativo è possibile menzionare il caso della cosiddetta cozza zebrata, la *Dressena polymorpha*, che dalla sua prima apparizione nel 1998, si è diffusa nella maggior parte dei sistemi fluviali orientali portando a estinzioni di specie ittiche (Smith & Smith, 2013).

Le conseguenze di tali introduzioni vanno a discapito degli ecosistemi poiché un "organismo invasivo può alterare la struttura e il funzionamento di un intero ecosistema" (Smith &Smith, 2013, p.673). È bene però precisare che le specie sono diversamente suscettibili all'estinzione. La suscettibilità "dipende infatti dalle caratteristiche del ciclo vitale che ne determinano la vulnerabilità rispetto alle attività umane e alle catastrofi naturali (Smith & Smith, 2013, p.674). Si definisce ubiquitaria "una specie con una distribuzione geografica estesa, mentre una specie esclusiva di un'area ben definita è detta endemica per tale area" (Smith & Smith, 2013, p.674). Questa definizione ci porta dunque a comprendere che il rischio di estinzione è maggiore per le specie endemiche, poiché una perdita di habitat nell'unica regione dove è presente significa una perdita di habitat per l'intera specie (Smith & Smith, 2013). Ma come definire lo status di specie rara? A tal proposito, l'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN) ha sviluppato un sistema di classificazione che evidenzia i seguenti punti (Smith & Smith, 2013, p. 675):

- Specie gravemente minacciate: hanno una probabilità maggiore o uguale al 50% di estinguersi entro 10 anni o 3 generazioni (fa da riferimento il tempo più lungo);

- Specie minacciate: hanno una probabilità del 20% di estinguersi entro 20 anni o 5 generazioni;
- Specie vulnerabili: hanno una probabilità maggiore o uguale al 10% di estinguersi entro 100 anni.

Tali criteri vengono utilizzati nelle cosiddette Liste Rosse, che indicano

> lo stato di conservazione delle specie a livello globale e le azioni di conservazione portate avanti per la loro salvaguardia negli ultimi sessant'anni, descrivendo lo status di 163.040 specie, di cui 45.321 sono considerate minacciate di estinzione" (WWF, 2024, para.1).

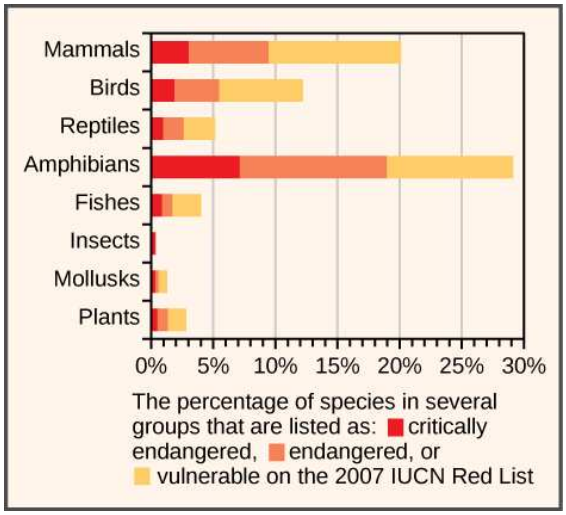


Figura 1.8: grafico che riporta la percentuale di varie specie animali, per gruppo, nella Lista Rossa IUCN a partire dal 2007 (Fonte: LibreTexts, n.d.).

È bene precisare che le conseguenze dell'inserimento di tali specie non solo mettono a rischio la biodiversità e gli ecosistemi, ma rappresentano anche un problema sociale. Genovesi (2024) illustra il caso del giacinto d'acqua per farci comprendere a pieno tale problematica: la diffusione di tale pianta, infatti, oltre a ridurre il numero dei pesci, per via del folto tappeto costituito da questi organismi, impedisce anche la pesca, fonte di cibo per le popolazioni che abitano lungo le rive dei fiumi e dei laghi, e la possibilità di spostamenti in barca da un villaggio all'altro. Non solo, tale pianta favorisce anche lo sviluppo della zanzara *Anopheles*, che trasporta la malattia della malaria, che ogni anno causa numerosi morti. Gli esempi sopra riportati ci

permettono dunque di comprendere come l'umano "a disturbare delicati equilibri ecosistemici con ricadute negative anche gravissime" (Genovesi, 2024, p.29). Nei capitoli successivi si illustreranno le azioni intraprese per salvaguardare la biodiversità, tenendo a mente che occorre comunque implementarle efficacemente affinché non sia troppo tardi. In merito a ciò si è espressa la dottoressa Grethel Aguilar direttrice generale dell'IUCN affermando che "con un'azione di conservazione sostenuta, collaborativa e basata sulla migliore conoscenza scientifica, possiamo allontanare le specie dal baratro dell'estinzione" (WWF, 2024, para.1).

Oltre alla distruzione degli habitat e all'introduzione di specie invasive, a giocare un ruolo significativo nella minaccia della biodiversità e della salute umana è il crescente inquinamento prodotto dalle attività umane. Esso è dovuto principalmente all'utilizzo di pesticidi, erbicidi, fertilizzanti, prodotti chimici, scarichi industriali, emissioni prodotte da impianti industriali e automobili e sedimenti provenienti dalle aree montane e collinari soggette all'erosione (Legambiente, 2024). Secondo le recenti valutazioni annuali effettuate dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA), l'inquinamento atmosferico resta il maggiore rischio ambientale per la salute in Europa. Ciò si ripercuote nelle città e anche nei nostri mari. Nel primo caso, il report di Legambiente Mal'Aria di città 2024 parla chiaro: su 98 città monitorate, 18 hanno superato gli attuali limiti normativi per gli sforamenti delle polveri sottili e, in generale, le città italiane presentano ancora considerevoli ritardi rispetto ai valori più stringenti proposti dalla revisione della Direttiva europea sulla qualità dell'aria che entrerà in vigore dal 2030 (Legambiente, 2024). Nel secondo caso, quello relativo ai mari, numerosi sono i prodotti che, sempre come testimonia Legambiente, danneggiano la salute delle specie marine. Larve di insetti, pesci, anfibi e anche mammiferi marini vengono uccisi dalla presenza nelle acque di metalli pesanti, detergenti e scarti industriali. Non solo, un'altra problematica è rappresentata dalle microplastiche, minuscoli frammenti di plastica con un diametro inferiore ai 5 mm, sempre più presenti nei mari e lungo le spiagge. A questo riguardo, l'oceanografo americano Charles Moore, nel 1997, studiò tale problematica, messa poi in evidenza nel suo libro *Plastic Ocean*. Come afferma D.K. Publishing (2019), dopo una regata nel Pacifico, Moore si scontrò in una zona, oggi conosciuta come "vortice del Nord Pacifico", completamente invasa dalla plastica, dove sono presenti 790000 tonnellate di microplastiche ammassate che mettono a serio rischio la vita di tantissime specie acquatiche. Altro esempio è quello costituito dal Mediterraneo, che rappresenta un *hotspot* di biodiversità, termine introdotto da Norman Myers nel 1988 per indicare determinate zone con un'elevata ricchezza sia di specie che di endemismi (Smith & Smith, 2013). Esso è uno dei mari più compromessi per

la presenza di plastiche e microplastiche, provenienti da discariche illegali e dalla cattiva gestione dei rifiuti, dalla pesca professionale e dalla navigazione (Legambiente, 2024), plastiche che poi ingeriscono gli organismi acquatici più minuti, a loro volta mangiati dai pesci di cui noi ci nutriamo. Per comprendere l'entità del problema, alcuni dati in merito permettono una comprensione maggiore della situazione attuale: Legambiente dimostra che "sulla superficie degli Oceani galleggiano 170.000 miliardi di frammenti di plastica, per un peso di 2,3 milioni di tonnellate. Questi numeri sono destinati a triplicarsi entro il 2040" (Legambiente, 2024, p.14).

Il quarto elemento messo in rilievo da Wilson come minaccia per la biodiversità è rappresentato dall'incremento della popolazione. La popolazione umana, infatti, sta crescendo esponenzialmente: essa è salita da meno di un miliardo nel 1800 a oltre sette miliardi, e si prevede che arriverà a circa dieci miliardi entro il 2050 (D.K. Publishing, 2019). Ma se già ad oggi che si contano circa sette miliardi di persone che popolano la Terra le risorse diminuiscono significativamente, come potrà essere la situazione nel futuro? L'aumento della popolazione porterà senza dubbio a ulteriori pericoli per la biodiversità: i commerci e i viaggi diffonderanno un maggior numero di specie invasive, lo sviluppo urbano e l'estrazione di risorse distruggeranno gli habitat, l'inquinamento potrà aumentare, causando un depauperamento delle risorse.

> L'impatto della popolazione sarà difficile da limitare, poiché sempre più persone avranno bisogno di cibo e di riparo per sopravvivere e richiederanno sempre più beni in una società mondiale consumistica" (D.K. Publishing, 2019, p.94).

Ulteriore elemento che ci fa riflettere su come un aumento della popolazione possa non portare giovamento per la salute del Pianeta è rappresentato dall'impronta ecologica o *ecological footprint*. Si tratta di un indicatore di sostenibilità, introdotto presso la University of British Columbia, Canada, da Wackernagel e Rees (1996) che "stima l'impatto che una popolazione ha sull'ambiente calcolando l'area di terreno necessaria per produrre, in modo sostenibile, tutte le risorse utilizzate e per riassorbire, sempre in modo sostenibile, tutte le emissioni prodotte" (Bagliani, Ferlaino, & Procopio, 2001, p.7). Essa è aumentata significativamente dal Neolitico fino ad oggi, seppur in maniera differente nelle varie zone del Pianeta. Ad esempio, se in Bangladesh essa è stimata a meno di un ettaro per persona, nel Nord America, invece, arriva anche a 10 ettari (Chelazzi, Santini, 2012). Attraverso il *Global Footprint Network* è possibile calcolare di quanti pianeti avremmo bisogno ciascuno con il proprio stile di vita. Attraverso questa

piattaforma, inoltre, è possibile conoscere qual è il proprio Giorno di Sfruttamento della Terra (*Earth Overshoot Day*). Esso si calcola dividendo la biocapacità del pianeta, ossia la quantità di risorse ecologiche che la Terra è in grado di generare quell'anno, per l'impronta ecologica dell'umanità, ossia la domanda dell'umanità per quell'anno, moltiplicando il tutto per 365, il numero di giorni in un anno (WWF, 2024).

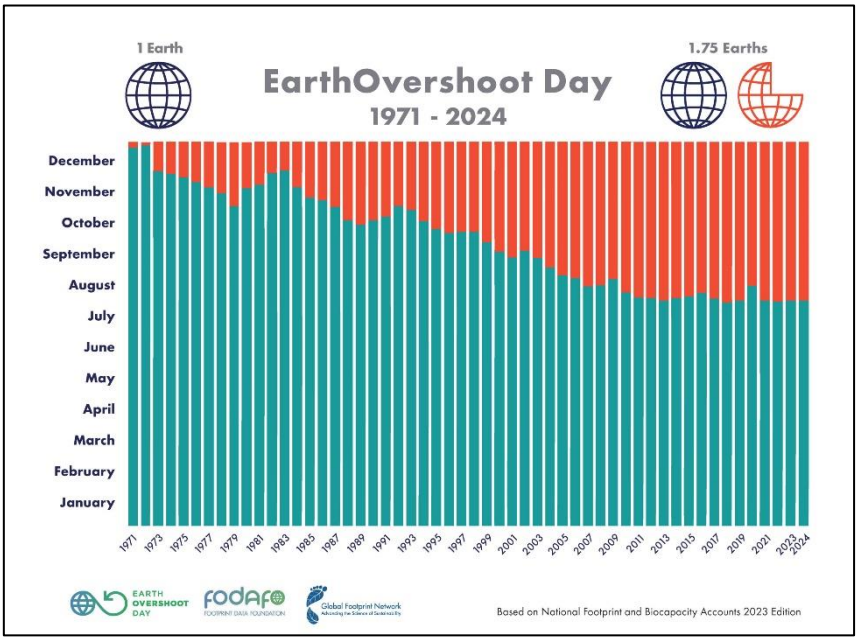


Figura 1.9: grafico che illustra l'andamento dell'Overshoot Day nel corso di 50 anni (fonte: Earth Overshoot Day, 2025)

Tale grafico (vedi figura 1.9), come riporta l'*Earth Overshoot Day*, ci illustra l'andamento dagli anni Settanta al 2024 a proposito dei comportamenti che la popolazione assume nei confronti del Pianeta, osservando un declino del Giorno di superamento della Terra. I dati dimostrano che ogni anno l'*Overshoot Day* si verifica sempre più precocemente, segnalando un chiaro segnale dell'aumento della pressione sui sistemi naturali del Pianeta. Stiamo assistendo ad un *deficit* ecologico, come riporta il WWF (2024), poiché spendiamo più delle risorse che abbiamo e immettiamo più CO2 della capacità che hanno gli ecosistemi di poterla assorbire. In particolare, se si considera il caso italiano, per l'anno appena trascorso, il 2024, questa data è caduta il 19 maggio. Il *World Wide*

Fund for Nature (2024) ci illustra che **o**ggi per soddisfare i consumi annui degli italiani sarebbero necessarie più di 4 Italie. Si tratta di dati preoccupanti, motivo per cui è necessario invertire questo trend. Riguardo a ciò si rivelano utili le parole di Eva Alessi, Responsabile Sostenibilità del WWF Italia, che dice:

> L'*Overshoot Day* ci ricorda l'urgenza di adottare azioni concrete per invertire la tendenza del consumo eccessivo delle risorse del nostro Paese. Molte persone sono erroneamente convinte che ogni sforzo a favore della sostenibilità rappresenti unicamente un atto di generosità nei confronti del Pianeta. In realtà, se non ci prepariamo ad affrontare un futuro, ormai largamente prevedibile, in presenza di una popolazione mondiale sempre crescente, un incremento della domanda e, al contempo, la medesima quantità di pianeti a disposizione (cioè sempre solo uno), dovremo far fronte a molteplici rischi e costi elevati (WWF, 2024, para.2).

È dunque necessario agire immediatamente, tenendo a mente che rispettare i limiti non dovrebbe essere percepiti come un sacrificio o una rinuncia alle nostre comodità, ma come un vero e proprio passaggio verso tecnologie più avanzate e un'economia più equa, contribuendo alla crescita del benessere (WWF, 2024, para.2). Questa consapevolezza è necessaria al fine di contrastare quella che viene definita dalla giornalista scientifica statunitense Elizabeth Kolbert (2024) come "sesta estinzione". Nel suo saggio "La sesta estinzione, una storia innaturale", la giornalista sottolinea come sia in corso la sesta estinzione causata da parte di noi esseri umani, sottolineando come

> in precedenza, nessuna creatura ha mai alterato così tanto la vita sul pianeta, e tuttavia hanno avuto luogo altri eventi in qualche modo paragonabili a questo. In rarissime occasioni nel più remoto passato la Terra ha subito dei cambiamenti così forti da causare il tracollo della biodiversità (Kolbert, 2024, p.111).

L'ultimo elemento da mettere in evidenza per quanto riguarda le minacce alla biodiversità è rappresentato dall'eccesso di pesca e caccia. Tali pratiche, se non gestite in modo sostenibile, possono portare al depauperamento delle risorse naturali, con conseguenze devastanti per gli ecosistemi e le specie che li abitano. Per quanto riguarda la sovrapesca, non si tratta di un fenomeno odierno, ma esso risale, come afferma National Geographic Italia (2023), già all'inizio del 1800, quando la caccia intensiva delle balene per il grasso usato nelle lampade ad olio portò alla decimazione di popolazioni di balene. Tale

fenomeno, seppur su specie marine differenti, è arrivato sino ai giorni nostri poiché, seppur inizialmente l'uomo credeva che gli oceani fossero infinitamente vasti e ricchi, in realtà si sono rivelati particolarmente vulnerabili. In particolare, dal 1989, quando dagli oceani venivano prelevati circa 90 milioni di tonnellate di pescato, la quantità ha iniziato a diminuire. Al momento si stima che "almeno il 70% delle popolazioni ittiche marine e oceaniche sia già esaurito, in declino o comunque molto impoverito" (Chelazzi & Santini, 2012, p.118-119). Ne consegue che la sovrapesca compromette la biodiversità: per via dell'assenza di grandi popolazioni di pesci, le grandi flotte commerciali hanno iniziato con il cosiddetto fenomeno del *fishing down*: Esse hanno iniziato a scendere più in profondità negli oceani, scendendo più in basso anche nella catena alimentare in cerca di prede redditizie e travolgendo il delicato equilibrio del sistema marino (National Geographic Italia, 2023). Il prelievo antropico avviene essenzialmente per due motivi: da una parte "la continua crescita della domanda del mercato, prodotta dall'espansione delle popolazioni umane", dall'altra "l'incremento delle capacità tecnologiche di prelievo che lo trasforma in qualcosa di molto diverso dal naturale rapporto fra predatore e preda" (Chelazzi & Santini, 2012, p.119). Fortunatamente, la presa di coscienza di tale situazione è avvenuta grazie all' Organizzazione delle Nazioni Unite per l'alimentazione e l'agricoltura (FAO), che con il Codice di condotta per la pesca responsabile, documento internazionale che definisce le linee guida per una gestione della pesca capace di armonizzare le esigenze di fruizione con l'urgenza di tutela delle risorse, ha stabilito

> principi e modelli internazionali di comportamento, per pratiche responsabili, al fine di assicurare un'effettiva conservazione, gestione e sviluppo delle risorse acquatiche viventi, con il dovuto rispetto per l'ecosistema e la biodiversità (FAO, n.d., para.2).

Analogamente al sistema biologico marino, un'altra problematica riguarda l'eccesso di caccia. Attività venatorie presenti in maniera eccessiva portano a serio rischio non solo le specie la cui carne è commestibile, come è solito pensare, ma anche altri animali le cui corna o pelle hanno un alto valore commerciale. Il bracconaggio si rivela dunque un nemico significativo per la biodiversità e per quanto sia una problematica conosciuta, vi è comunque uno scarso controllo sul territorio che non permette di valutare esattamente l'impatto in termini di individui uccisi, come rivela il WWF (2025). A questo riguardo, i numeri forniti dall'associazione ambientalista italiana citata sono allarmanti: si tratta di 7000 specie a rischio di estinzione per il bracconaggio al mondo, 8 milioni di esemplari di fauna protetta uccisa

in Italia ogni anno e 27 le aree critiche per il bracconaggio in Italia (WWF, 2025).

Oltre al bracconaggio, un'altra problematica particolarmente preoccupante nei confronti della biodiversità animale è rappresentata dal traffico illegale di animali, come riporta il giornalista Rudi Bressa che, nel suo libro *Trafficanti di natura: il commercio illegale di specie selvatiche che minaccia la biodiversità (e tutti noi)*, sottolinea come esso rappresenti una delle principali minacce alla biodiversità. A titolo esemplificativo, si riporta il caso raccontato da Bressa (2023) a proposito delle tigri. Nonostante la regolamentazione a favore della conservazione di tale animale, le tigri vengono illegalmente commerciate in Cina, Vietnam, Tailandia e Laos. Apparentemente "utilizzate" come animali da esposizioni negli allevamenti di tali paesi, dietro ad esse si cela un traffico illegale significativo, denunciato dal National Geographic nel 2018 grazie ad alcuni membri della Wildlife Justice Commission (WJC). Gli acquirenti avevano la possibilità di scegliere l'animale, che veniva ucciso e macellato sul posto, da cui ricavano varie parti dell'animale, usato per i più disparati casi: dalla colla di ossa di tigre usata come medicina fino agli artigli ritenuti potenti talismani. Seppur rappresenti un esempio crudo, è fondamentale metterlo in evidenza poiché, purtroppo, rappresenta un'altra delle minacce alla biodiversità che dovrebbe essere maggiormente messa sotto controllo.

Risulta dunque fondamentale adottare misure efficaci per contrastare la caccia illegale e promuovere pratiche di caccia sostenibili. Ricerche dimostrano che l'attività venatoria controllata, infatti, si posiziona in fondo alla lista delle attività che mettono sotto pressione la natura. Essa rappresenta solo lo 0.66% di tutte le pressioni delle attività umane sull'ambiente (Fondazione UNA, 2025).

Le minacce alla biodiversità sopra descritte, sempre più pressanti e preoccupanti, ci ricordano quanto sia importante ritrovare la rotta verso la sostenibilità, essenziale per proteggere la biodiversità del nostro Pianeta, attraverso un impegno collettivo e una maggiore consapevolezza da parte di ognuno di noi. Come sottolinea Wilson "dobbiamo preservare ogni frammento di biodiversità perché è inestimabile, imparando a usarlo e giungendo a capire che cosa significhi per l'umanità" (D.K. Publishing, 2019, p. 94) ed essendo consapevole che il cambiamento di rotta, come riporta il grafico qui di seguito (vedi figura 1.10), è possibile.

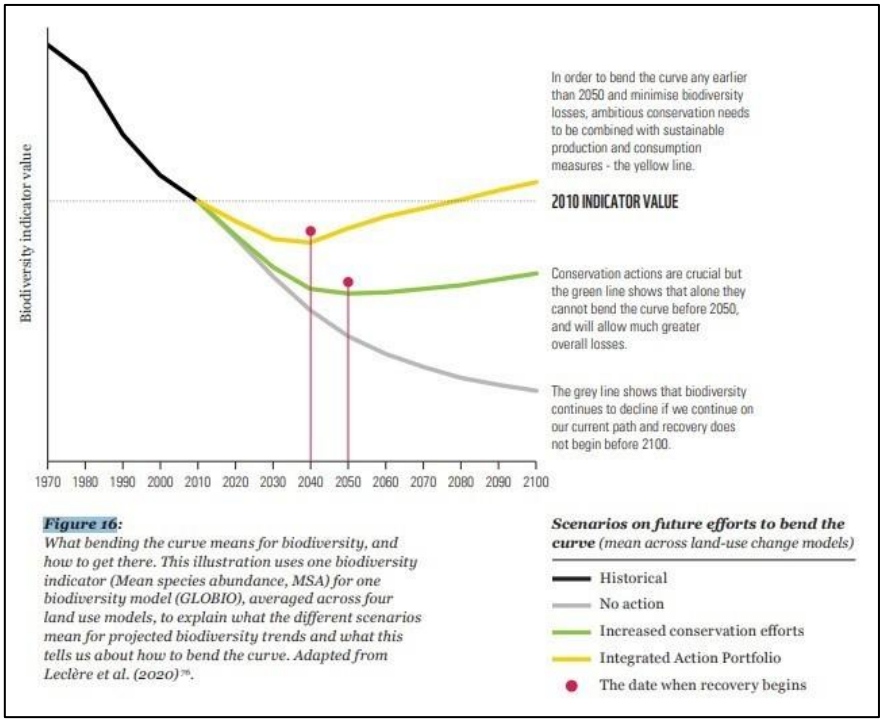


Figura 1.10: grafico che mostra il cambio di rotta necessario per il recupero della biodiversità (Fonte: World Economic Forum, 2022)

1.4 Importanza della biodiversità: i servizi ecosistemici e il benessere psicofisico

Dopo aver illustrato le numerose minacce che incombono sulla biodiversità, è fondamentale comprendere perché essa rivesta un ruolo così cruciale per il nostro pianeta e per l'umanità. A tal proposito, è interessante far notare che l'importanza della biodiversità era già nota ai tempi antichi, quando il poeta latino Tito Lucrezio Caro, nella sua opera *De rerum natura*, spiegava con parole semplici tale importanza:

> Le cose non possono crearsi dal nulla né poi, generate, risolversi nel nulla. Tutti i corpi crescono a poco a poco, com'è naturale a ciò che nasce da un seme certo, e crescendo conservano i caratteri della specie. Perché a primavera vediamo sbocciare la rosa, il frumento maturare nella calura, alla carezza autunnale espandersi le viti, se non perché

> semi propri di ciascuna specie confluiscono a tempo opportuno, e allora si schiude ogni cosa che nasce, quando la stagione è propizia e la terra pregna di vita effonde senza rischio i teneri germogli alle regioni della luce? Ma se dal nulla nascessero, sorgerebbero a un tratto senza termine fisso e in stagioni non loro, perché non vi sarebbero principi che l'avversa stagione potesse escludere dall'unione generatrice (Tito Lucrezio Caro, in Padovani, et al., 2015, pp.159-193).

Nonostante tale consapevolezza, norme specifiche che regolamentano la tutela e l'uso sostenibile della biodiversità appaiono soltanto negli anni Novanta con l'adozione il 22 maggio 1992 della Convenzione sulla diversità biologica (CBD), in occasione della Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente e lo sviluppo, tenutasi a Rio de Janeiro nel giugno del 1992 (Padovani, et al., 2015).

Per comprendere l'importanza che la diversità biologica possiede, è bene tenere a mente che essa non rappresenta solo la varietà di specie viventi, ma è anche il pilastro su cui si basano gli ecosistemi e i servizi che essi forniscono. Nelle pagine seguenti, verranno illustrate le ragioni per cui la biodiversità è essenziale, analizzando i benefici ecologici, economici e culturali che essa apporta.

Perché preservare la biodiversità? La necessità di tutelare questa diversità di specie nasce dalla considerazione, divenuta un dogma dell'ecologia, che diversità genera stabilità (La Mantia & Gugliuzza, n.d.). In particolare, come illustra l'ISPRA (n.d.), varie sono le ragioni per cui la biodiversità si rivela importante:

- Stabilità degli ecosistemi;
- Sicurezza alimentare;
- Servizi ecosistemici;
- Resilienza agli stress ambientali;

Anzitutto, è importante ritenere che la biodiversità è indispensabile affinché vi sia stabilità negli ecosistemi. Ogni specie, infatti, svolge un ruolo specifico nel mantenere l'equilibrio dell'ecosistema: ciascuna specie svolge il suo ruolo nel mantenere gli equilibri vitali dell'ecosistema (ISPRA, n.d.). Ad esempio, le piante producono ossigeno attraverso la fotosintesi, mentre altri organismi decompongono i rifiuti organici (ISPRA, n.d.).

Altro elemento fondamentale è quello dei servizi ecosistemici. Tale concetto si sviluppa dall'incontro tra la moderna ecologia e il ramo dell'economia chiamato economia ecologica (Frey et al., 2017). Alcuni studiosi, attorno agli anni Settanta, sottolineano come "le funzioni svolte dagli ecosistemi generino utilità per gli esseri umani, per le organizzazioni e

per la società" (Daly, 1972, in Frey et al, 2017; Odum & Odum, 1972; Ehrlich & Ehrlich, 1981, Costanza et al., 1997). Essi, infatti, vengono definiti come i benefici che l'umanità ottiene dagli ecosistemi. (Smith & Smith, 2023). Nello specifico vengono individuate quattro tipologie principali di servizi (MEA, 2005, in Frey et al, 2017), di cui si riporta la tabella di seguito (vedi figura 1.11):

- Servizi di fornitura o approvvigionamento, che generano i beni veri e propri, come ad esempio il cibo, l'acqua, le fibre, il legno, e altre materie prime, e materiali genetici, ecc.;
- Servizi di regolazione, che rappresentano la gamma di funzioni svolte dagli ecosistemi con un beneficio indiretto per l'umanità (Smith & Smith, 2023), quali la regolazione del clima, delle maree, la qualità delle acque (potabilizzazione dell'acqua), l'impollinazione, l'assimilazione dei rifiuti ecc.;
- Servizi culturali, che comprendono l'utilizzo della natura per finalità spirituali o estetiche, ricreative ed educative. Contribuendo a soddisfare i bisogni e i desideri della società, possono essere quantificati attraverso la disponibilità delle persone a pagare per la fruizione di tali servizi (Smith & Smith, 2023);
- Servizi di supporto alla vita, che includono la produzione primaria, il ciclo dei nutrienti, da decomposizione e la formazione del suolo. Si tratta, in tal caso, di "servizi che non forniscono benefici diretti all'uomo, ma che sono necessari per il funzionamento degli ecosistemi e quindi, indirettamente, per la fornitura di tutti gli altri servizi ecosistemici e la conservazione della diversità biologica e genetica della Terra" (Smith & Smith, 2023, p. 668).

Servizi Ecosistemici	Processo ecosistemico e/o componente fornitore del SE
Fornitura	
1. Cibo	Presenza di piante, animali commestibili
2. Acqua	Riserve d'acqua potabile
3. Fibre, combustibili, altre materie prime	Specie o materiali minerali con uso potenziale come materia prima
4. Materiali genetici: geni della resistenza ai patogeni	Specie con materiale genetico potenzialmente utile
5. Specie ornamentali	Specie o materiali minerali con uso ornamentale
Regolazione	
6. Regolazione qualità dell'aria	Capacità degli ecosistemi di assorbire composti chimici dall'atmosfera
7. Regolazione del clima	Influenza degli ecosistemi sul clima locale e globale
8. Mitigazione dei rischi naturali	Protezione contro i danni da eventi distruttivi (es. inondazioni)
9. Regolazione delle acque	Ruolo delle foreste nell'infiltrazione delle piogge e graduale rilascio delle acque
10. Assimilazione dei rifiuti	Processi di rimozione e dissoluzione di composti organici e composti chimici
11. Protezione dall'erosione	
12. Formazione e rigenerazione del suolo	Formazione e rigenerazione del suolo (pedogenesi)
13. Impollinazione	Abbondanza ed efficacia degli impollinatori
14. Controllo biologico	Controllo delle popolazioni di infestanti attraverso relazioni trofiche (predatori o competitori "utili")
Supporto	
15. Habitat	Funzionalità di aree di riproduzione, alimentazione e rifugio per specie stanziali e in migrazione
16. Conservazione della biodiversità genetica	Mantenimento di processi evolutivi e della fitness biologica (su base fenotipica e/o genetica)
Culturali	
17. Estetico: valore scenico	Qualità estetica del paesaggio (es. diversità strutturale, tranquillità ecc.)
18. Ricreativo: opportunità per turismo e attività ricreative	Attrattività del paesaggio "naturale" e delle attività all'aperto
19. Eredità culturale e identità	Importanza dei elementi storici e d'identificazione per la comunità locale
20. Educazione e scienza: opportunità per formazione ed educazione formale e informale	Caratteristiche del paesaggio, specie e vegetazioni con importanza culturale, con valore/interesse scientifico ed educativo

Figura 1.11: classificazione dei servizi ecosistemici (fonte: ISPRA, n.d)

Questo ci fa comprendere come avere a disposizione una buona dotazione di servizi ecosistemici significa aumentare la ricchezza "pro-capite" a livello di capitale naturale (ossia l'insieme delle risorse naturali fornite dagli ecosistemi, quali aria, acqua, suolo, nutrienti, foreste...). Non solo, contribuisce anche a ridurre la vulnerabilità delle comunità, migliorando la salute e la resilienza dei territori. Ecosistemi sani forniscono risorse essenziali e supportano la biodiversità (Santolini, 2010). Il concetto di servizi ecosistemici, inoltre, ha permesso di evidenziare che "la sopravvivenza dell'uomo dipende dagli ecosistemi e dal loro stato di salute, e che quindi le azioni di conservazione della biodiversità trascendano la natura dell'etica

ambientale e vadano nella direzione più pragmatica di garantire il benessere umano" (Smith & Smith, 2023, p. 668). Risulta dunque fondamentale la salute di un ecosistema, intesa come "componente sostenibile della biosfera che è in grado di mantenere nel corso del tempo la sua struttura (organizzazione) e funzionalità (vigore) a dispetto di sollecitazioni esterne (resilienza)" (Cecchi & Mancini, 2005, p.272). Ne consegue dunque che un ecosistema in salute è necessario ai fini della garanzia dei servizi ecosistemici. A tal riguardo, "la fornitura di servizi si basa su un ecosistema ben condizionato e la capacità di fornitura di servizi sarà compromessa se un ecosistema non è sano, ad esempio attraverso la perdita di biodiversità" (Balvanera et al. 2006, in Lu et al., para.3, 2015; Worm et al. 2006).

La biodiversità vegetale e animale, inoltre, come sopra descritto, fornisce nutrimento agli esseri umani. Le varietà di specie di piante e animali arricchiscono la nostra dieta e garantiscono anche la sicurezza alimentare attraverso la varietà di colture e fonti di cibo disponibili, contribuendo a una dieta equilibrata e alla salute delle popolazioni. Ma cosa accade se la biodiversità viene messa in pericolo? Consideriamo a titolo esemplificativo il caso degli impollinatori, come api, vespe, farfalle, mosche, ma anche uccelli e pipistrelli. È attualmente riconosciuto che negli ultimi anni le api stanno subendo un drastico declino. Questo fenomeno è attribuibile alla distruzione e degradazione degli habitat, ad alcune malattie, ai trattamenti antiparassitari e all'utilizzo di erbicidi in agricoltura. Più del 40% delle specie di invertebrati, come api e farfalle, rischia di scomparire: in Europa il 9.2% delle specie di api europee sono minacciate di estinzione (IUCN, 2015), con il rischio di dover ricorrere alla costosa impollinazione artificiale. Le api domestiche e selvatiche sono responsabili del 35% della produzione globale di cibo. Come riporta l'ISPRA (n.d.), più di un terzo degli alimenti umani, tra cui frutta, semi e verdure, dipende da tali impollinatori. Tali organismi, visitando i fiori, trasferiscono il polline dalle antere maschili allo stigma dell'organo femminile, permettendo la fertilizzazione. È bene tenere a mente che le api sono essenziali per l'impollinazione di circa 130000 specie di piante. Proprio perché la biodiversità degli impollinatori è cruciale per mantenere la stabilità ambientale, le ultime direttive dell'Unione Europea promuovono la salvaguardia degli impollinatori nel loro insieme, attraverso azioni di ripristino ambientale (Bortolotti, 2019).

Risulta interessante, infine, mettere in risalto anche la componente psicologica e morale dell'uomo nei confronti della natura e quindi anche della biodiversità, aspetto da non trascurare, soprattutto in ottica di conservazione della biodiversità. Infatti, la connessione emotiva che l'uomo sviluppa con l'ambiente naturale può influenzarlo nelle sue azioni e decisioni, stimolando un senso di responsabilità verso tutte le forme di vita.

A parlare del valore psicologico e morale, è stato l'entomologo Wilson. Egli "ha sostenuto che la storia evolutiva umana ci ha adattati a vivere in un ambiente naturale e che gli ambienti costruiti generano stress che influenzano la salute e il benessere umani" (LibreTexts, n.d., para.8). A tal proposito, numerose sono le ricerche e le evidenze scientifiche che dimostrano la correlazione tra natura e benessere psicologico. Oltre al concetto di biofilia, ossia il nostro amore innato per tutto ciò che è natura, come spiegherò meglio nel capitolo relativo alla sperimentazione, vi sono anche altri aspetti da mettere in luce. Anzitutto la natura produce benessere a livello fisico, poiché il contatto con la natura giova al corpo alla sua capacità di movimento, dunque alla sua elasticità e flessibilità, all'esercizio dei sensi, ma anche alle sue ossa, ai suoi occhi, al peso al rafforzamento verso le malattie, alla salute in genere (Clay, 2001, in Guerra, 2017, p. 44). Non solo, stare in natura ha ripercussioni anche sul benessere psicofisico. Ricerche dimostrano che lo stress cala in natura e l'attenzione di adulti e bambini aumenta (Guerra, 2017). A tal proposito la teoria dell'attenzione rigenerata, formulata dai coniugi Rachel e Stephen Kaplan, dimostra che una pausa in un contesto naturale ripristina l'attenzione logorata maggiormente di altri tipi di pause. Si può dunque affermare che "la natura resta l'unico luogo dove possiamo dire di essere pienamente e fisicamente vivi – di essere pienamente umani" (Williams, 2023, quarta di copertina).

Se risulta quindi riconosciuto che trascorrere del tempo in spazi verdi può modificare il nostro benessere, favorendo la salute fisica e mentale, il ruolo specifico svolto dalla biodiversità, ossia la varietà della vita sul nostro pianeta, è invece relativamente sconosciuto. Interessante a tal proposito risulta la ricerca pubblicata su CORDIS (2023), servizio comunitario d'informazione in materia di ricerca e sviluppo, condotta da un team di ricercatori guidati da Zoe Davies, professoressa di conservazione della biodiversità presso l'Università del Kent. All'interno del progetto RELATE, finanziato dal Consiglio Europeo della Ricerca, essi hanno ideato "un approccio innovativo per indagare le complessità ecologiche e sociali alla base del benessere umano" (CORDIS, 2023, para.1). Attraverso il coinvolgimento di circa 10000 cittadini britannici, tra cui anche settori della società spesso sottorappresentati nella ricerca, come gli anziani, le minoranze etniche e le persone provenienti da famiglie a basso reddito, tale progetto mira a comprendere quali sono le caratteristiche della biodiversità che le persone coinvolte apprezzano maggiormente. Attraverso quattro workshop, svolti nel Regno Unito in quattro stagioni diverse, i partecipanti hanno svolto alcune escursioni nelle foreste dove potevano vagare nella natura e fare un resoconto del loro benessere in relazione alle esperienze con diverse forme di vita. Attraverso una varietà di altri formati di raccolta dati, tra cui

immagini, discussioni e questionari, le persone hanno spiegato cosa significano per loro le varie specie e come li fanno sentire, con i loro comportamenti, forme, suoni, colori, consistenze e odori unici. I risultati hanno portato ad affermare che le risposte positive di benessere sono riscontrabili da diverse specie chiave di volta, come alberi, quali la betulla bianca, la quercia e il castagno. È inoltre interessante notare un altro aspetto messo in luce da tale progetto: la cultura influenza il rapporto delle persone con la natura, includendo elementi come la letteratura, i film, i personaggi dei videogiochi e i supereroi dei fumetti. Questo indica che la biodiversità è integrata nella vita quotidiana e che la cultura può modellare la percezione delle persone riguardo alla biodiversità circostante. Sulla base dei workshop effettuati e dei risultati conseguiti, l'équipe di RELATE ha sviluppato BIO-WELL, "una nuova scala psicometrica basata su una serie di domande in grado di quantificare l'effetto della biodiversità sul benessere umano" (CORDIS, 2023, para.4). Si tratta senza dubbio di un progetto pioneristico che indaga come la biodiversità influenzi la qualità di vita delle persone.

Data l'importanza della biodiversità per il Pianeta Terra, come sopra delineato, proteggere e conservare la biodiversità è quindi una responsabilità collettiva e un imperativo per il futuro del nostro Pianeta.

1.5 Tutela della biodiversità: strategie e azioni intraprese

Considerata l'importanza della biodiversità, essenziale per la salute del pianeta, è ora importante comprendere quali azioni, a livello globale e locale, sono state messe in atto per la conservazione di tale patrimonio naturale. Essenzialmente, tre sono i punti attorno ai quali svilupperò le mie riflessioni, enunciate da Smith & Smith (2023):

- L'individuazione delle specie minacciate è un aspetto cruciale di conservazione;
- Per conservare gli habitat è necessario istituire aree protette e corridoi ecologici;
- Regioni ad alta diversità di specie sono di fondamentale importanza per le azioni di conservazione.

Anzitutto, la gestione delle specie in pericolo di estinzione è un aspetto cruciale per conservare la biodiversità. A tal proposito, l'organo più autorevole per il monitoraggio è l'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN), che si occupa di redigere le Liste Rosse. Redatte e continuamente aggiornate da esperti e scienziati, esse classificano le specie vegetali e animali in otto categorie, sulla base di criteri quantitativi (Smith & Smith, 2023):

- Estinte: si fa riferimento all'ultimo individuo della specie, che risulta deceduto;
- Estinte in natura: si tratta di specie che sopravvivono soltanto in giardini zoologici o in sistemi di mantenimento in cattività;
- In pericolo critico: rientra in tale categoria la popolazione di una determinata specie quando è diminuita del 90% in dieci anni o quando il suo areale si è ristretto sotto i 100 km^2 o il numero di individui riproduttivi è inferiore a 250;
- In pericolo: in tal caso la popolazione di una specie è diminuita del 70% in dieci anni o quando il suo areale si è ristretto sotto i 5000 km^2 o il numero di individui riproduttivi è inferiore a 2500;
- Vulnerabile: la popolazione di una specie è diminuita del 50% in dieci anni o quando il suo areale si è ristretto sotto i 20000 km^2 o il numero di individui riproduttivi è inferiore a 10000;
- Prossime alla minaccia: i valori non riflettono ma si avvicinano in qualche maniera ea una delle descrizioni sopra riportate;
- Rischio minimo: rientrano qua le specie abbondanti e diffuse;
- Dati insufficienti: non vi sono dati sufficienti che servano per valutare lo stato di conservazione della specie.

Questo importante lavoro permette di comprendere quali sono i tassi di estinzione di una determinata specie animale o vegetale e di individuare alcune priorità, sulla base della gravità, di conservazione della specie. A questo riguardo, un ruolo fondamentale è svolto dagli ecologi della conservazione. Essi si occupano di comprendere qual è il numero minimo di individui necessario ad assicurare la persistenza di una specie e le dimensioni dell'habitat che siano sufficienti a sostenere tale popolazione. Nel conteggio delle specie minime è importante tenere a mente vari fattori, che includono variazioni impreviste dei processi demografici, come nascite e morti, i cambiamenti ambientali, la deriva genetica e altri eventi catastrofici (Smith & Smith, 2023). In particolare, l'ecologo della conservazione Mark Shaffer ha coniato il termine "popolazione minima vitale" (*Minimum Viable Population* - MVP) per fare riferimento al "numero di individui necessari ad assicurare la sopravvivenza a lungo termine di una specie" (Smith & Smith, 2023, p.607), sostenendo che tale indicatore fa riferimento alla "più piccola popolazione isolata che ha il 99% di probabilità di persistere per 1000 anni, a prescindere dai prevedibili effetti dovuti alla stocasticità demografica e ambientale e alle catastrofi naturali (Smith & Smith, 2023, p. 607). È comunque bene sottolineare che tale valore dipende dal ciclo biologico di ogni singola specie, come la durata della vita, il sistema riproduttivo ecc. Ad esempio, se per i vertebrati, popolazioni di dimensione pari o inferiore a 1000

individui sono considerate vulnerabili e ad alto rischio di estinzione, nel caso degli invertebrati e delle piante annuali, si sostiene che la MVP richiesta sia pari a 10000 individui (Smith & Smith, 2023).

Valutato il fattore relativo al numero minimo di specie, tali esperti si occupano anche di stimare l'area necessaria a sostenere una determinata popolazione. Si parla a questo riguardo dell'"area minima dinamica" (*Minimum Dynamic Area* - MDA). Stimare tale area presuppone una valutazione della dimensione dell'*home range* di singoli individui, nuclei familiari o colonie, che cresce in base alle dimensioni corporee di una specie e al fatto di essere carnivori e non erbivori. A titolo esemplificativo, è possibile citare la stima fatta dal biologo Reed Noss per salvaguardare una popolazione di mille grizzly. Questi grandi carnivori necessitano di un'area di 2 milioni di km^2, area molto vasta. Questo spiega come popolazioni di grandi predatori, come il leone africano, la tigre e il lupo grigio in Nord America siano in pericolo di estinzione (Smith & Smith, 2023).

Considerati gli aspetti relativi all'importanza di individuare le specie minacciate, altro punto cardine che va a favore della tutela della biodiversità consiste nell'istituzione di aree protette e corridoi ecologici. Per tutelare l'inestimabile capitale di biodiversità, vista la crescente pressione esercitata dall'uomo sia in termini di occupazione del territorio sia per la frammentazione degli habitat esistenti, risulta indispensabile l'istituzione di aree protette. Stando ai dati raccolti dall'IUCN, esistono attualmente in tutto il mondo più di 11000 aree protette (categorie Ia, Ib e II nella classificazione IUCN che include riserve naturali, aree a elevata naturalità e parchi nazionali), pari al 6.16 km^2, a cui si aggiungono poi circa 55000 aree parzialmente protette. (Smith & Smith, 2023).

Prima di entrare nel merito, è bene fare una distinzione tra riserve naturali (categoria IUCN Ia e Ib) e parchi nazionali (categoria IUCN II). Nel primo caso, come riporta Alparc (n.d.), si fa riferimento ad "aree di grandi dimensioni, non modificate o leggermente modificate, il cui carattere naturale e le cui funzioni sono lasciate intatte. Le aree naturali hanno il più alto livello di protezione e sono in gran parte lasciate indisturbate dall'attività umana, al fine di preservare la loro integrità per le generazioni future. Sono consentite attività didattiche e di ricerca a basso impatto e minimamente invasive" (Alparc, n.d., para.1). Nel secondo caso, invece, si tratta di "grandi siti naturali dedicati alla protezione dei sistemi ecologici e biologici e delle specie. L'accesso dei visitatori è gestito in queste aree per scopi meditativi, educativi, culturali e ricreativi, in modo che non si verifichi un significativo degrado ambientale. Essi contribuiscono inoltre all'economia locale attraverso il turismo" (Alparc, n.d., para.1).

L’istituzione di aree protette si rivela fondamentale ai fini della conservazione del patrimonio naturale del Pianeta. Il loro scopo, infatti, è di “offrire alla natura la possibilità di combattere l'inquinamento, l'urbanizzazione, la frammentazione ambientale e altre attività antropiche” (3Bee, 2024, para.1), facendo in modo che il patrimonio naturale di una determinata area, a livello faunistico e vegetativo, possa rimanere intatto e protetto dall’azione umana. A tal proposito, vengono dichiarate aree naturali protette “le formazioni fisiche, geologiche, geomorfologiche e biologiche, o gruppi di esse, che hanno rilevante valore naturalistico e ambientale” (Legge quadro sulle aree protette, L. 6 dicembre 1991, n. 394, para.1). Per tali aree le finalità per la tutela e la gestione sono le seguenti:

a. Conservazione di specie animali o vegetali, di associazioni vegetali o forestali, di singolarità geologiche, di formazioni paleontologiche, di comunità biologiche, di biotopi, di valori scenici e panoramici, di processi naturali, di equilibri idraulici e idrogeologici, di equilibri ecologici;
b. Applicazione di metodi di gestione o di restauro ambientale idonei a realizzare una integrazione tra uomo e ambiente naturale, anche mediante la salvaguardia dei valori antropologici, archeologici, storici e architettonici e delle attività agro-silvo-pastorali e tradizionali;
c. Promozione di attività di educazione, di formazione e di ricerca scientifica, anche interdisciplinare, nonché di attività ricreative compatibili;
d. Difesa e ricostituzione degli equilibri idraulici e idrogeologici (Legge quadro sulle aree protette, L. 6 dicembre 1991, n. 394, para.1).

Tuttavia, come sopra riportato, seppur il numero di tali aree può sembrare elevato, l’estensione di molte di esse si rivela molto limitata, tanto che la metà delle aree protette non è superiore ai 100 km^2. A tal proposito, essendo le aree protette pari al 17% delle terre emerse e il 10% a livello marino, la COP 15, Conferenza delle Nazioni Unite sulla Biodiversità svolta in Canada nel 2022, si è prefissata di estendere tali zone al 30% per le terre emerse e al 30% per le aree marine entro il 2030, al fine di aumentare la conservazione delle specie (Smith & Smith, 2023).

L’estensione limitata, tuttavia, rende necessaria in determinati casi la creazione di corridoi ecologici. A tal proposito, si intende

> un elemento del paesaggio esistente o ristrutturato di vegetazione natia, che connette due o più macchie di habitat naturale, funge da habitat e da canale per lo spostamento di animali e di spore e come zona attraverso cui il flusso genetico viene scambiato tra le popolazioni (Brondi, 1996, para. 1).

Essi hanno un'influenza positiva sulla biodiversità dal momento che svolgono varie funzioni a sostegno di essa (Brondi, 1996), quali:

- Habitat di alcune specie;
- Spostamento, giornaliero o stagionale, di animali;
- Dispersione e flusso genetico tra le popolazioni;
- Barriera o filtro, separando le aree
- Sorgente per gli effetti ambientali e biotici sulla matrice circostante.

Tali funzioni consentono alle popolazioni di potersi spostare anche in ambienti che altrimenti non potrebbero raggiungere.

Spesso i corridoi ecologici fungono da unione tra zone poco estese, permettendo così di ampliare il territorio di area protetta e la possibilità per determinate specie di vivere. Ad esempio, i corridoi ecologici possono "favorire le specie che devono migrare stagionalmente in habitat differenti per esigenze alimentari o riproduttive" (Smith & Smith, 2023, p.610). A titolo esemplificativo, è possibile menzionare il caso della Costa Rica in cui è stato creato un corridoio ecologico di 7700 ettari di foresta che ha permesso di unire due riserve naturali, il Parco Nazionale Braulio Carillo e la Stazione Biologica di La Selva. Questo ha permesso la migrazione stagionale di circa 75 specie di uccelli tra le due aree protette, corridoio che poi è entrato a far parte del Parco Nazionale (Smith & Smith, 2023). Questo esempio ci fa dunque comprendere come tali corridoi possano facilitare il movimento di individui, favorendo la loro sopravvivenza essenzialmente in due modi:

- "riducendo la vulnerabilità delle popolazioni isolate all'estinzione dovuta da disturbi ambientali, fluttuazioni demografiche o deterioramento genetico;
- fornendo una via per il movimento dispersivo dei singoli animali tra le macchie, creando un'opportunità di ricolonizzazione e quindi evitando una possibile estinzione locale" (Brondi, 1996, para.1).

Considerato l'aspetto legato all'importanza delle aree protette, un gioco decisivo nella salvaguardia della biodiversità è svolto dalla presenza di regioni ad alta diversità di specie. Tali zone vennero definite da Norman Myers, ambientalista britannico specializzato in biodiversità, *hotspot*, ossia punti caldi bi biodiversità. Con tale termine, sviluppato nel 1988, si fa riferimento a zone della Terra al tempo stesso ricche dal punto di vista biologico ma anche fortemente a rischio (D.K. Publishing, 2019). In

particolare, due sono i fattori che consentono di definire una zona ricca di specie e di endemismi (Smith & Smith, 2023):

- Diversità complessiva della regione: a tal proposito una regione deve ospitare almeno 1500 specie vegetali endemiche e deve aver perso il 70% della vegetazione primaria, ossia piante che inizialmente crescevano nella zona. Individuare le specie vegetali come fattore per individuare gli *hotspot* è dato "[…] dalla facilità con cui possono essere determinate e censite e dal fatto che da esse dipende la biodiversità degli altri gruppi tassonomici (Smith & Smith, 2023, p.610);
- Rilevanza degli impatti derivati dalle attività antropiche: si tratta di comprendere quali zone sono le più vulnerabili alle sempre più crescenti attività dell'uomo, che portano ad alti tassi di estinzione di specie.

Se nel 2000 gli *hotspot* individuati dall'IUCN erano pari a 25 regioni, pari al 44% di tutte le specie vegetali e al 35% di tutte le specie di vertebrati terrestri, il numero è ora aumentato 36 regioni (Smith & Smith, 2023). Seppur può sembrare un dato di basso rilievo, occupando soltanto il 2.3% delle terre emerse, esse ospitano il 60% delle specie di piante, anfibi, rettili, mammiferi e uccelli (D.K. Publishing, 2019). Di seguito si riporta la carta geografica che illustra le aree ricche di biodiversità sull'intero Pianeta (vedi figura 1.12).

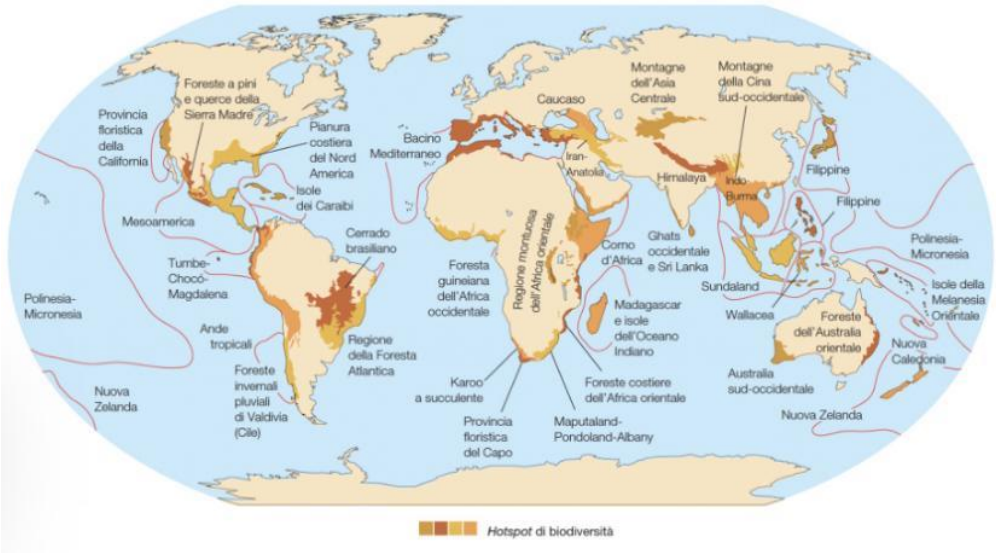


Figura 1.12: 36 regioni del mondo come "hotspot di biodiversità" (Fonte: Smith & Smith, 2023, p.623)

Come si evince dalla cartina, l'Italia è sede di un grande patrimonio di biodiversità, sia per numero totale di specie animali e vegetali, sia per l'alto tasso di endemismo (ISPRA, n.d). Ciò è dovuto alla "grande diversità litologica, topografica e climatica che caratterizza il nostro Paese, alla sua storia paleogeografica e paleoclimatica, nonché alla posizione centrale nel bacino Mediterraneo" (ISPRA, n.d, para.1). Su quest'ultimo, varie ricerche hanno dimostrano che il mar Mediterraneo contiene circa 17000 specie, pari al 7.5% delle specie mondiali, numero significativo se si pensa che la superficie che ospita tali specie è pari allo 0.82% (WWF, 2025). Tuttavia, il cosiddetto "*Mare Nostrum*" è seriamente minacciato dalle azioni dell'uomo che mettono a rischio la biodiversità, con attività come la pesca eccessiva, l'inquinamento da plastiche, il traffico marittimo, l'acidificazione delle acque e l'invasione di specie aliene (WWF, 2025).

Seppure definire delle priorità nella conservazione risulta complesso, è però evidente come sia al tempo stesso necessario. Come ricorda Myers, infatti, "il nostro benessere è intimamente legato al benessere della natura… salvando la vita delle specie selvatiche, possiamo salvare la nostra" (D.K. Publishing, 2019, p.97). È dunque necessaria una reale consapevolezza delle minacce alla biodiversità, che deve però essere seguita, come sottolinea Buiatti (2007) da "un inizio di sforzo reale, organico, cosciente per porvi rimedio" (p.79), al fine di oltrepassare il mero "dolore estetico" per la natura e il disagio diffuso senza pensare a possibili rimedi.

1.6 La biodiversità in Valle d'Aosta: un caso di studio locale

Dopo aver esplorato nel dettaglio il concetto di biodiversità e le sue molteplici sfaccettature, le pagine che seguono permettono di focalizzare l'attenzione sulla biodiversità specifica della Valle d'Aosta, per conoscere più da vicino le bellezze naturali presenti sul nostro territorio. Attraverso un'analisi approfondita, verranno illustrate le principali componenti della biodiversità valdostana, mettendo in rilievo le specie vegetali e animali più rappresentative e le azioni messe in campo per tutelare tale ricchezza. Infatti, conoscere le risorse di un territorio è estremamente importante per poterlo valorizzare, tutelare e conservare (Piervittori, et al., 2001).

Il canale ufficiale attraverso il quale è possibile ottenere tali informazioni è quello relativo all'Osservatorio Regionale della Biodiversità Regione Autonoma Valle d'Aosta, nato nell'ambito della Strategia nazionale italiana per la biodiversità del 2010 e dall'impegno che l'Italia ha assunto con la

ratifica della Convenzione sulla diversità biologica del 1994. Non solo, esso soddisfa, inoltre, quanto previsto dalle norme europee sull'accesso del pubblico all'informazione ambientale (2003/4/CE del 28/01/2003), sull'istituzione di un'infrastruttura per l'informazione territoriale nella Comunità europea (Direttiva 2007/2/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 14 marzo 2007- INSPIRE) e sui metadati (Regolamento (CE) N. 1205/2008 della Commissione del 3 dicembre 2008) (Osservatorio Regionale Biodiversità, 2022).

Questo canale, accessibile alla popolazione e a disposizione per decisori politici, amministrazioni locali, esperti del mondo accademico e scientifico e per attuatori di progetti di ricerca, mira a essere uno strumento per la conservazione, la valorizzazione e la tutela della biodiversità a livello regionale.

In particolare, l'Osservatorio consente ai fruitori di (Osservatorio Regionale Biodiversità, 2022):

- Scoprire il patrimonio naturale della Valle d'Aosta;
- Consultare dati per conoscere le specie presenti;
- Partecipare direttamente alla conoscenza della biodiversità attraverso la possibilità di fornire segnalazioni di dati naturalistici attraverso fotografie, contribuendo così ad ampliare il sapere naturalistico valdostano.

Questo evidenzia l'importanza di documentarsi accuratamente e di partecipare attivamente alla causa. Anche semplici azioni, come scattare fotografie, possono contribuire ad ampliare il patrimonio di conoscenze sulla biodiversità.

Non solo, negli ultimi anni, in seguito alla redazione dell'Agenda 2030, vale a dire il Piano di Azione Globale per lo Sviluppo Sostenibile dell'ONU, sottoscritto da 193 paesi a fine 2015, anche la Valle d'Aosta ha istituito alcune linee guide al fine di raggiungere i 17 obiettivi globali (vedi figura 1. 13), i Sustainable Development Goals (SDGs), articolati in 169 target, che l'Agenda 2030 si prefissa (Centro Regionale di Informazione delle Nazioni Unite, 2024). Infatti, i paesi che hanno sottoscritto tale documento, si impegnano a raggiungerli entro il 2030.

Figura 1.13: 17 obiettivi riportati nell'Agenda 2030 (Fonte: Centro Regionale di Informazione delle Nazioni Unite, 2024)

Tali obiettivi riguardano la dimensione sociale (inclusione, istruzione, lavoro dignitoso, povertà), economica (produzione e consumi sostenibili, economia circolare) e ambientale (biodiversità, Smart City, cambiamenti climatici, resilienza) (Centro Regionale di Informazione delle Nazioni Unite, n.d).

Tornando al caso valdostano, la Valle d'Aosta ha individuato cinque obiettivi prioritari, così declinati (Valle d'Aosta sostenibile, 2021):

- Valle d'Aosta più intelligente: si tratta di migliorare e incrementare gli investimenti verso tre ambiti connessi tra loro: Ricerca e Innovazione, Digitalizzazione e Competitività.

- Valle d'Aosta più verde: questo obiettivo si articola attorno a cinque ambiti, quali l'energia e la decarbonizzazione, il cambiamento climatico, la biodiversità, i rifiuti e l'economia circolare e la capitalizzazione e la diffusione di conoscenze.
- Valle d'Aosta più connessa: tre sono le linee di intervento prefissate, ossia i trasporti e la mobilità sostenibile, la mobilità ciclabile e la connessione e l'infrastrutturazione digitale.
- Valle d'Aosta più sociale: si occupa essenzialmente dell'occupazione, dell'istruzione e formazione e dell'inclusione e protezione sociale.
- Valle d'Aosta più vicina ai cittadini: consente di rivolgere l'attenzione ai servizi di interesse generale aree marginali e ai Smart Villages, oltre che allo sviluppo economico.

Di interesse maggiore per quanto descritto fino ad ora è la linea di intervento ideata per la biodiversità, all'interno dell'obiettivo "Vda + verde". La priorità maggiore, in tal caso, è quella di "preservare la continuità ecologica e garantire il corretto funzionamento degli ecosistemi a livello regionale ed interregionale" (Valle d'Aosta sostenibile, VdA più verde, par.1). Più precisamente, in linea con la Strategia di sviluppo sostenibile della Valle d'Aosta 2030 (n.d.) integrata con il quadro strategico regionale, si tratta di:

- Implementare un sistema di monitoraggio della biodiversità

A tal proposito, "il potenziamento delle attività di misura e di osservazione della biodiversità assume oggi una valenza particolare a fronte dei cambiamenti climatici in atto. […] il rafforzamento del quadro conoscitivo di base è essenziale per l'analisi della vulnerabilità ai cambiamenti climatici di popolazioni, specie e habitat, ai fini di una migliore tutela e conservazione", dando priorità […] agli habitat e alle specie con lo stato di conservazione inadeguato o cattivo, in coerenza con il piano di monitoraggio nazionale e con l'aggiornamento degli obiettivi e delle misure di conservazione" (Strategia di sviluppo sostenibile della Valle d'Aosta 2030, n.d., p.110).

- Sviluppare la rete delle aree protette e la continuità ecologica

Si tratta in tal caso di creare una rete ecologica che possa contrastare la frammentazione degli habitat, uno degli elementi che minaccia la diversità biologica. Più precisamente si riporta quanto descritto nel documento: "l'impegno a cui sono chiamati i territori è quello di passare dalla protezione e conservazione dei siti alla creazione della rete ecologica. Si tratta, quindi, di promuovere un sistema interconnesso di habitat, basato sul rafforzamento dei collegamenti e degli interscambi tra aree ed elementi naturali isolati, andando così a contrastarne la frammentazione, individuata come maggiore

responsabile dell'impoverimento della diversità biologica" (Strategia di sviluppo sostenibile della Valle d'Aosta 2030, n.d., p.110)

- Promuovere i servizi ecosistemici

A tal riguardo, l'obiettivo è quello di analizzare, quantificare e tutelare i servizi ecosistemici (di supporto, di approvvigionamento, di regolazione e culturali) per poter "sviluppare ed indirizzare le azioni di protezione e conservazione del capitale naturale regionale" (Strategia di sviluppo sostenibile della Valle d'Aosta 2030, n.d., p.111).

- Mantenere le banche genetiche e conservare le varietà locali

Al fine di contrastare la perdita di biodiversità sempre più elevata, la Valle d'Aosta ha messo in campo azioni di crioconservazione del materiale genetico ereditario, garantita dalla Banca del germoplasma vegetale (Strategia di sviluppo sostenibile della Valle d'Aosta 2030, n.d.).

Prima di descrivere le azioni intraprese per la tutela della biodiversità, è importante presentare la situazione attuale della flora della fauna nel territorio valdostano.

Per quanto riguarda la vegetazione, essa vanta la presenza di circa 2000 specie diverse, su circa 5600 varietà della flora italiana. Nello specifico, sulla base delle zone e delle altitudini, troviamo una flora differente (Lovevda, n.d, para.1):

- Lungo la Dora si trovano canneti, ontani, pioppi e salici;
- Fino ad 800 è possibile trovare alberi da frutto, vigneti, boschi di roverella e castagno;
- Tra gli 800 e i 2000 metri, la vegetazione valdostana è caratterizzata da betulle ed aceri montani, fino ad arrivare al pregiato e raro pino cembro. Vi sono inoltre, tra le conifere, il pino montano e silvestre, l'abete bianco e l'abete rosso.
- Crescono sui terrazzi prativi anche le stelle alpine, specie protette, e gli astri.

Quanto alla fauna, i dati riscontrati dimostrano che, seppur il territorio è poco esteso, la Valle d'Aosta ospita una grande varietà di specie animali (Lovevda, n.d, para.2). Tra gli animali caratteristici si trovano, a quote molto elevate, lo stambecco e il camoscio, oltre ai cervi, questi ultimi in costante aumento grazie alle ampie zone boschive, e ai caprioli. Recentemente è stata riscontrata anche la presenza della lince, anche se in maniera non ancora definitiva, mentre risulta stabile a tutte le quote e in tutti gli ambienti la presenza della volpe. In alta montagna, inoltre, vivono l'ermellino, la piccola donnola, la faina, la martora e il tasso. Si tratta in tal caso di animali che, seppur presenti, sono difficilmente avvistabili. Tra i volatili occorre menzionare il fagiano di monte e l'aquila reale, oltre ad un altro grande

rapace, il gipeto, da poco reintrodotto dopo oltre 70 anni di totale scomparsa della popolazione alpina (Lovevda, n.d, para.2).

Dopo aver illustrato la ricchezza della fauna e della flora presenti sul territorio valdostano, è fondamentale sottolineare l'importanza della presenza di aree protette che tutelano tale biodiversità. Queste zone non solo preservano gli habitat naturali e le specie che vi abitano, ma svolgono anche un ruolo cruciale nella conservazione degli equilibri ecologici e nella mitigazione degli effetti dei cambiamenti climatici. La protezione della biodiversità attraverso riserve naturali e parchi nazionali, inoltre, garantisce la sopravvivenza di molte specie e contribuisce al benessere dell'intero ecosistema.

Nel caso valdostano, come sottolinea l'Osservatorio Regionale della Biodiversità, si riscontra un sistema di aree naturali protette costituito dalla presenza di due parchi nazionali, il Parco del Mont Avic e il Parco Nazionale del Gran Paradiso, e di dieci riserve naturali sparse sul territorio. Non solo, tra le aree tutelate rientrano anche quattro giardini botanici alpini, in cui si ritrova un notevole patrimonio floristico, e i siti Natura 2000 della Valle d'Aosta, istituiti ai sensi della Direttiva Habitat 43/92/CE, recepita con Legge regionale 8/2007, che tutelano habitat e specie di particolare interesse per la conservazione della biodiversità (Osservatorio Regionale Biodiversità, 2022). Nello specifico, per quanto riguarda i siti Natura 2000, in Valle d'Aosta si contano in totale ventisette Zone Speciali di Conservazione (ZSC), un Sito d'Importanza Comunitaria (SIC) e cinque Zone di Protezione Speciale (ZPS). Natura 2000 "promuove un approccio alla conservazione e all'uso sostenibile delle risorse naturali basato sul coinvolgimento dei singoli e delle amministrazioni, attraverso l'attuazione di modelli gestionali compatibili sia dal punto di vista ecologico che economico", essendo a tutti gli effetti lo strumento principale per la conservazione della biodiversità (Regione autonoma Valle d'Aosta, sezione Biodiversità – Natura 2000, n.d, para.1).

Il Parco Naturale del Mont Avic, il cui nome deriva dalla vetta che supera di poco i 3000 metri nel comune di Champdepraz, è stato istituito nel 1989 dalla regione autonoma Valle d'Aosta con l'obiettivo di preservare inizialmente la medio-alta valle del torrente Chalamy a Champdepraz. Nel 2003, il parco è stato ampliato anche nella Valle di Champorcher, toccando i confini con il Parco Nazionale del Gran Paradiso. A distanza di dieci anni, nel 2023, è stata prevista una seconda espansione che ha interessato anche l'area della Val Clavalité, nel comune di Fénis. Oggi la superficie è pari a circa 7300 ettari, sviluppandosi dai 1000 metri fino ai 3185 metri, pari alla vetta del Mont Glacier (Parco Naturale Mont Avic, 2025).

Tale parco è classificato Sito di Importanza Comunitaria (SIC IT202000) e Zona di Protezione Speciale (ZPS IT1202020) ai sensi della Direttiva 92/43/CEE "Habitat" e della Direttiva 79/409/CEE "Uccelli". A tal proposito, diverse sono le sue finalità:

- "Disciplinare e controllare la fruizione dell'area protetta a fini scientifici, culturali, didattici e ricreativi;
- Tutelare, valorizzare e restaurare le risorse paesaggistiche, storiche, ambientali e naturali del territorio;
- Studiare e monitorare gli aspetti biotici ed abiotici;
- Diffondere la conoscenza del Parco e delle buone pratiche di gestione dell'ambiente;
- Promuovere le attività produttive compatibili con la conservazione della natura" (Bocca, 2025, para.1).

Non solo, il Mont Avic è la prima area naturale protetta in Italia ed in Europa ad aver ottenuto la registrazione EMAS (Eco-Management and Audio Scheme). Si tratta di un "sistema volontario di gestione ambientale a cui possono aderire le organizzazioni, sia private che pubbliche, che intendono valutare e migliorare le proprie prestazioni ambientali e fornire al pubblico informazioni in merito ad esse" (Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, 2024, para.1). Questo dimostra come tale parco intenda "intenda valutare e migliorare le proprie prestazioni ambientali fornendo al pubblico informazioni ambientali convalidate […] (Parco Naturale del Mont Avic, sezione Certificazioni ambientali, 2025, para.1)", rappresentando "[…] il massimo riconoscimento ambientale a livello europeo cui possono aspirare, attraverso un percorso volontario, imprese e organizzazioni, sia pubbliche che private" (para. 1).

Per approfondire ora la tematica della biodiversità del Parco, è fondamentale esaminare nel dettaglio la varietà di flora e fauna, entrambi indispensabili per comprendere l'importanza della biodiversità per il benessere del nostro Pianeta. Entrando nel merito, il Parco si caratterizza per la presenza di numerosi laghi e piccole zone umide, elemento che influisce sulla flora e la vegetazione del parco. In particolare, la flora legata alle aree umide si può osservare non solo in prossimità di zone lacustri, ma anche in aree torbose-acquitrinose. In tali ambienti si trovano specie vegetali molto rare o in via di scomparsa sulle Alpi, tra cui si possono ricordare i muschi *Carex limosa*, *Carex pauciflora* e *Eriophorum vaginatum*. Non solo, di notevole diffusione è anche la pianta insettivora *Drosera rotundifolia*, e in estate si trova in maniera abbondante il ranuncolo d'acqua, riconoscibile dalle fioriture bianche galleggianti. Come sopra citato, a caratterizzare il Parco è la presenza di torbiere, ambienti che generalmente non sono presenti nelle Alpi occidentali italiane, ma che al contrario sono considerate nel caso

della zona protetta del Mont Avic come uno dei più importanti biotipi nell'area. Si tratta di ambienti estremamente vulnerabili, tanto che la loro tutela impone di non variare il naturale idrico superficiale e di evitare ogni piccola perturbazione del manto vegetale. Per tale motivo, l'Ente Parco recinte alcuni tratti di zone umide per proteggere tali aree preziose (Parco Naturale Mont Avic, 2025).

Oltre alla vegetazione che si sviluppa nelle zone umide, degna di nota, all'interno dell'area protetta del Mont Avic è la vasta foresta di pino uncinato (pari a 1100 ettari), senza dubbio la foresta più estesa all'interno del Parco (vedi figura 1.14), che si sviluppa notevolmente a quote comprese tra 1.300 e 2.100 m e che prevale rispetto alle pinete di pino silvestre, ai lariceti, alle faggete e agli ontaneti a ontano verde e ontano bianco.

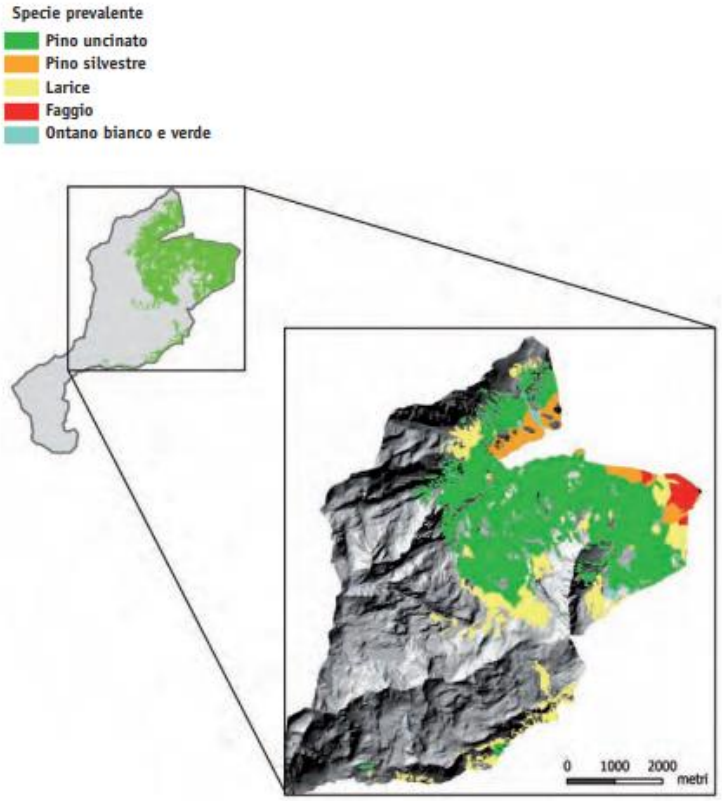


Figura 1.14: Distribuzione delle principali formazioni forestali del Parco Naturale Mont Avic (Fonte: Mont Avic, 2007, p.7)

Anche in questo caso, così come per le torbiere, si tratta per il pino uncinato di una pianta poco sviluppata in Italia, ma che spiega la sua crescita proprio nella Val Chalamy per il fatto che si adatta a suoli torbosi e agli affioramenti ofiolitici. Essa sostituisce le conifere generalmente presenti nel resto della regione, ossia larice e abete rosso. *Pinus uncinata* si distingue dal pino silvestre per avere tronco e rami interamente grigio bruni e per le squame dei coni muniti di vistosi uncini (Parco Naturale Mont Avic, 2025). Tale pianta presenta due strutture morfologiche differenti:

- Arborea: "con tronco eretto, rettilineo e chioma piramidale, forma fitte fustaie con folto sottobosco di mirtilli e rododendro e riesce a colonizzare con formazioni rade anche dossi con abbondanti affioramenti rocciosi" (Parco Naturale Mont Avic, 2025, sezione Flora, para.2).
- Prostrata: "con rami striscianti eretti soltanto all'apice, ricopre canaloni percorsi dalle valanghe e tollera la regolare caduta di masse nevose anche imponenti.

I pini uncinati radicati in torbiera o nelle fenditure delle rocce, caratterizzati da un lentissimo sviluppo, possono formare dei veri e propri "bonsai" naturali" (Parco Naturale Mont Avic, 2025, sezione Flora, para.2).

Collegato alle radici del pino uncinato è lo sviluppo di numerosi funghi: si accerta nel Parco la presenza di almeno cento specie di ectosimbionti. Inoltre, la presenza di abbondanti affioramenti di serpentiniti vale a dire rocce che danno origine a suoli poveri e poco profondi, fa sì che si sviluppa una flora strettamente legata a questo tipo di rocce. Tale flora si caratterizza per la frequenza delle crucifere (in particolare i generi *Thlaspi* e *Cardamine*). Fra le specie più interessanti vanno menzionate *Cardamine plumieri, Thlaspi sylvium, Alyssum argenteum* e *Asplenium cuneifolium*. Numerosi sono i licheni rupicoli delle serpentiniti, se ne contano circa cento specie nel Parco, numero notevole viste le difficili condizioni climatiche e litologiche che devono fronteggiare. Oltre a tale tipologia di licheni, si sviluppano anche i "licheni lichenicoli", che crescono a spese di altre specie di licheni già insediati sul substrato roccioso.

Infine, fra le specie floristiche rare o localizzate presenti nel Parco merita menzionare *Artemisia chamaemelifolia, Asplenium adulterinum, A. cuneifolium, Cortusa matthioli, Diphasiastrum alpinum, Platanthera chlorantha, Sedum villosum* e *Stemmacantha rhapontica*.

Dopo aver analizzato la vegetazione tipica del territorio all'interno del Parco, è essenziale concentrare l'attenzione anche sulla fauna presente, elemento di primaria importanza nella protezione e conservazione del nostro ambiente. All'interno del Parco, si riscontra una notevole presenza di specie di insetti, tra cui sono state segnalate:

- Oltre 1100 specie di farfalle, fra le quali il 70% di tutti i macrolepidotteri noti per l'intera Valle d'Aosta e 4 specie di microlepidotteri nuove per la scienza;
- 22 specie di coleotteri Ditiscidi ed Eloforidi legati alle zone umide;
- 111 specie di coleotteri fitofagi forestali (ben 32 delle quali mai segnalate prima in Valle d'Aosta) (Parco Mont Avic, sezione fauna, 2025, para.1).

Fra i vertebrati, si ritrovano i mammiferi e gli uccelli generalmente presenti nell'ambiente di montagna, tra cui lo stambecco, la lepre variabile, l'aquila reale, l'astore, la pernice bianca, il fagiano di monte, la coturnice, la civetta capogrosso, il picchio nero, il codirossone, il gracchio corallino e la nocciolaia. Nella Val Chalamy non si riscontra un'accentuata densità di vertebrati per via delle condizioni ambientali difficili e della limitata disponibilità di cibo, fatta eccezione per le specie forestali, favorite dalla grande estensione dei boschi, come riportato nel paragrafo precedente relativo alla vegetazione del parco. (Parco Mont Avic, sezione fauna, 2025, para.2). Particolarmente diffusi nel vallone di Dondena, conosciuto per le ampie praterie alpine e che si situa nel paese di Champorcher, sono la marmotta, lo stambecco e il camoscio.

Degna di nota è anche la presenza di oltre 120 specie di uccelli (come ad esempio la beccaccia, l'aquila reale…). In particolare, quattro specie relative all'avifauna sono state oggetto di un approfondimento all'interno del Parco:

Pernice bianca (*Lagopus muta*): presente al di sopra dei 2100-2200 metri di quota in tutti gli ambienti del Parco. Si tratta di un animale con uno spiccato dimorfismo stagionale, ossia variazioni temporanee della colorazione di tale animale. Infatti, se nel periodo invernale tale animale è prevalentemente bianco, fatta eccezione per le penne esterne della coda nere, in primavera ed estate rimangono bianche soltanto la parte ventrali e le ali.

Fagiano di monte, o gallo forcello (*Tetrao tetrix*): si tratta di uno degli animali più emblematici del Parco, presente in Italia esclusivamente sulle Alpi. Rintracciabile nelle foreste con sottobosco di mirtilli e rododendro, si tratta di un uccello costantemente sotto monitoraggio, soprattutto nel periodo primaverile in cui è più facile avvistarlo. Durante le altre stagioni, infatti, si nasconde molto sovente tra gli arbusti o le chiome, rendendo difficile il suo avvistamento. Vari studi su questo animale hanno permesso di comprendere che in inverno,

questo uccello scava dei ripari nella neve, dove si difende dai predatori e si protegge dalle temperature più rigide.

Picchio nero (*Dryocopus martius*): si tratta del più grande picchio d'Europa, riconoscibile per essere tutto nero, fatta eccezione per il becco color avorio e la sommità del capo rossa. Tale animale, a livello di territorialità e ecologia della specie, è stato studiato a Champdepraz, grazie alla tecnica della radiotelemetria, ossia piccole emittenti che sono state incollate sulle penne centrali della coda, ciò che permette una costante localizzazione sul terreno. Ciò ha permesso di individuare dieci territori di nidificazione, prediligendo foreste di conifere pure o miste a latifoglia per poter creare i nidi.

Nocciolaia (*Nucifraga caryocatactes*): si tratta di un corvide della taglia di un piccione, riconoscibile per il piumaggio marrone con macchie di bianco e la coda nera con apice bianco, visibile in volo. È un animale ampiamente diffuso nei boschi di pino uncinato del Parco Naturale, il cui nome deriva dal cibo che essa predilige, le nocciole, riserve alimentari per l'inverno raccolte nei villaggi di montagna e che poi accumula come scorte in nascondigli sotterranei. Tale scorta di cibo sostituisce quella dei semi del pino cembro, quest'ultimo è generalmente la pianta che predilige la nocciolaia.
(Parco Mont Avic, 2016b, sezione fauna, slide 5-6)

Le zone umide, infine, sono popolate per lo più da due specie di anfibi e pesci, la rana temporaria e la trota.

Tirando le fila del discorso, è possibile affermare che l'ente parco si occupa di preservare a tutti gli effetti la biodiversità. Non solo, Il Parco naturale del Mont Avic si impegna anche a trasmettere questa conoscenza ai più giovani attraverso progetti di educazione ambientale. Propone infatti progetti didattici già strutturati, rivolti alle scuole di ogni ordine e grado al fine di far conoscere la fauna e la flora tipiche del territorio e per promuovere in loro un senso di rispetto verso l'ambiente. A titolo esemplificativo, è possibile riportare alcuni progetti rivolti a scuole dell'infanzia e primaria, quali:

- Progetto "Ciao, sono… una marmotta!" per parlare del fragile ecosistema della prateria alpina;
- Progetto "Io non ho paura del lupo Ecologia e biologia di un grande predatore" per affrontare il l'importanza del suo ruolo ecologico nella conservazione della biodiversità;

- Progetto "Vivere d'aria: I licheni" al fine di far scoprire a bambini e ragazzi l'affascinante mondo di organismi, fondamentali come bioindicatori della qualità dell'aria (Parco Mont Avic, sezione didattica, 2025, para.1).

Si tratta solo di alcuni progetti didattici che intendono sottolineare quanto la natura possa essere a tutti gli effetti una grande risorsa di apprendimento, "un eccezionale laboratorio all'aperto e un efficace strumento per la conoscenza e la comprensione dei fenomeni naturali" (Parco Mont Avic, sezione didattica, 2025, para.4).

Non solo, attraverso il progetto "I giovani in vetta – *Youth at the top*", "programma collettivo internazionale nato dal gruppo di lavoro Educ'Alpes, promosso da Alparc e finanziato dal Ministero dell'Ambiente tedesco, organizzato simultaneamente nelle aree protette e nei siti naturali di sei paesi dell'arco alpino (Francia, Italia, Svizzera, Austria, Germania e Slovenia), dà la possibilità ai giovani di partecipare ad un'esperienza fisica, umana, culturale ed artistica in montagna" (Parco Mont Avic, sezione didattica, 2025, para.2). Come riporta Alparc (n.d), tale progetto mira ad invertire la tendenza secondo la quale i giovani d'oggi stanno perdendo sempre di più il contatto con l'ambiente montano e non riconoscono il patrimonio naturale insito in tali paesaggi, fornendo ai ragazzi un'esperienza unica di riconnessione con la natura.

Oltre al Parco naturale del Mont Avic, altra riserva naturale è quella costituita dal Parco Nazionale del Gran Paradiso. Si tratta del primo parco nazionale istituto in Italia, più precisamente nel 1922, finalizzato a:

- Gestire e tutelare l'area protetta;
- Mantenere la biodiversità del territorio e del paesaggio;
- Rendere possibile la ricerca scientifica:
- Promuovere un'educazione ambientale;
- Sviluppare e promuovere un turismo sostenibile.

(Parco Nazionale Gran Paradiso, sezione Ente Parco, n.d)

Assieme al Parc National de la Vanoise e al Parco naturale del Mont Avic, sopra descritto, tale area naturalistica protetta ha ottenuto nel 2007 il Diploma Europeo delle Aree Protette, prestigioso riconoscimento conferito dal Comitato dei Ministri del Consiglio d'Europa, ed inoltre, a partire dal 2014 (e poi confermato nel 2017 e 2021), è stata inserita nella Green List IUCN, "la lista verde dei parchi che rispondono alle sfide del 21 secolo, in contrapposizione con le liste rosse delle specie in estinzione" (Parco Nazionale Gran Paradiso, sezione Riconoscimenti, n.d., para.1).

Parco nazionale italiano più antico, esso si sviluppa su una superficie di oltre 70000 ettari tra la Valle d'Aosta e il Piemonte (vedi figura 1.15), includendo cinque vallate:

- Valprato Soana: costituisce l'ultimo comune che s'incontra risalendo la valle ad una altitudine che varia da 1063 metri a 3308 metri.
- Valle Orco: si contraddistingue per essere una vallata dal paesaggio tipico delle vallate glaciali dove è evidente l'azione modellatrice dei ghiacciai nel corso dei millenni
- Valle di Cogne: è la più conosciuta delle valli del Parco, offrendo lo scenario unico dei ghiacciai del Gran Paradiso;
- Valle di Rhêmes: si caratterizza per essere una vallata dal fondo pianeggiante, tipicamente glaciale, che si identifica pienamente nel tipico paesaggio alpino;
- Valsavaranche: si tratta della valle valdostana più stretta e più selvaggia, nota per essere stata nel tempo di teatro di grandi traversate attorno al gruppo del Massiccio del Gran Paradiso.

Nello specifico, i comuni che rientrano nel parco sono 6 nella regione Piemonte, tra cui Ceresole Reale, Locana, Noasca, Ribordone, Ronco Canavese, Valprato Soana, e 7 in Valle d'Aosta, includendo i comuni di Aymavilles, Cogne, Introd, Rhêmes-Saint-Georges, Rhêmes-Notre-Dame, Villeneuve, Valsavaranche (Parco Nazionale Gran Paradiso, sezione Conoscere il Parco – I comuni del Parco, n.d).

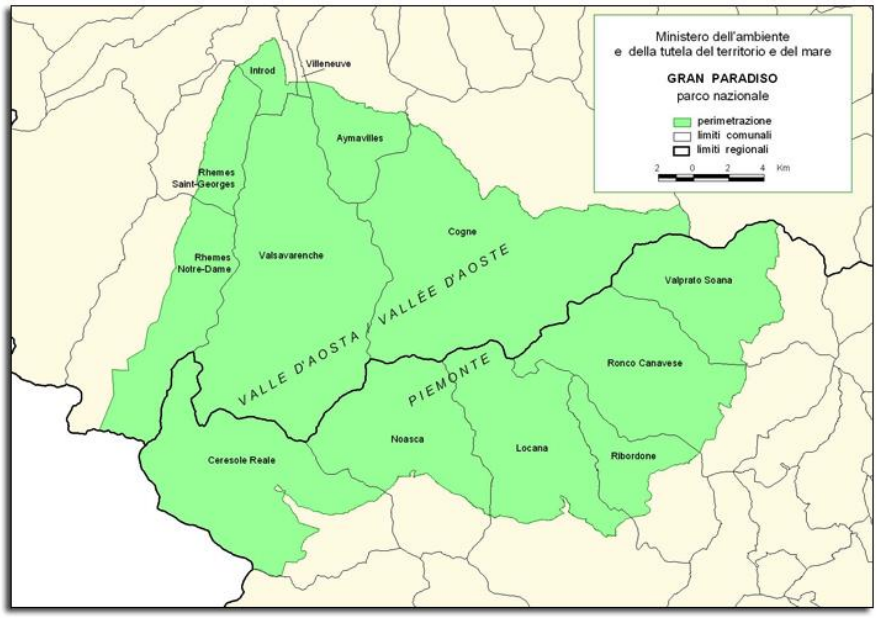


Figura 1.15: cartina geografica del Parco Nazionale del Gran Paradiso (Fonte: MASE, 2023)

La creazione di questo Parco si sviluppa attorno alla tutela dello stambecco alpino, nonché animale simbolo del Parco. Tale salvaguardia, però, non è un fatto odierno, ma affonda le sue radici nel passato, quando già nel 1856 il re Vittorio Emanuele II aveva dichiarato Riserva Naturale di Caccia le montagne del parco, contrastando l'estinzione dello stambecco, la cui popolazione era fortemente diminuita in quegli anni. Nel 1919, il re regalò allo Stato Italiano gli ettari della riserva di caccia, al fine di creare un parco nazionale, che venne poi istituito nel dicembre del 1922 (Parco Nazionale Gran Paradiso, sezione Conoscere il Parco - Storia, n.d). Da allora in poi, lo stambecco è l'emblema della fauna del parco. Tale specie, *Capra ibex ibex*, che vive nelle praterie d'alta quota e sulle pareti rocciose, ha rischiato alla fine del XIX secolo l'estinzione, salvandosi solo nelle valli del Gran Paradiso, dove si concentra maggiormente nelle valli di Cogne e Valsavaranche. Si è assistito a quello che viene definito a livello genetico "collo di bottiglia", ossia la perdita della maggior parte della variabilità genetica, con la conseguente perdita anche dell'adattabilità della specie. Questo ha portato allo sviluppo di progetti di ricerca a lungo termine e di conservazione. Infatti, seppur lo stambecco si dimostra essere un animale possente e forte, per via della sua potente muscolatura e per le rigide

temperature alle quali vive, si tratta al tempo stesso di un animale fragile. (Parco Nazionale del Gran Paradiso, sezione Fauna, n.d). I progetti di ricerca, infatti, lavorano in tal senso: i cambiamenti ambientali sono evidenti sulle Alpi dove l'aumento delle temperature, e la conseguente diminuzione delle precipitazioni invernali, provoca mutamenti nella stagionalità e nella distribuzione spaziale e temporale delle risorse trofiche necessarie per la sopravvivenza e il successo riproduttivo degli ungulati, tutti elementi che mettono a rischio la specie e sottolineano quanti i cambiamenti che sta fronteggiando il nostro Pianeta si ripercuotono anche nelle aree naturali (Parco Nazionale del Gran Paradiso, sezione Ecologia e conservazione dello stambecco alpino, n.d.). D'altro canto, però, progetti di ricerca che si muovono in tal senso, possono permettere di trovare risposte a tali interrogativi per fare in modo che possa esserci un cambiamento nella popolazione di tale animale.

Sempre a livello faunistico, popolano il Parco anche camosci, marmotte, lepri, volpi, tassi, ermellini, donnole, martore e faine. Inoltre, è possibile imbattersi anche in rapaci, come l'aquila e il gipeto, quest'ultimo tornato a nidificare recentemente, e uccelli, come la pernice bianca e il gallo forcello. Questo uccello, come descritto in precedenza, si ripara in inverno sotto la neve per proteggersi dai predatori e per limitare il consumo delle energie. A tal proposito, nonostante in Italia questo animale sia considerato secondo l'IUCN una specie a Minor Preoccupazione (LC), i cambiamenti climatici stanno comunque creando problematiche al fagiano di monte. Infatti, le scarse precipitazioni impediscono la costruzione di ripari, mentre lo scongelamento e il ricongelamento della calotta che si crea rischia di intrappolarlo nella neve. A tal riguardo, durante la primavera, periodo di riproduzione in cui questi uccelli si raggruppano in luoghi aperti, i guardaparco attivano processi di monitoraggio della specie (Parco Nazionale Gran Paradiso, sezione Fauna – Margini del bosco, n.d.), al fine di contrastare le minacce ad un'altra specie che caratterizza la biodiversità del Parco. A tal proposito, numerosi sono i progetti avviati dal Parco per contrastare la perdita di biodiversità (Parco Nazionale Gran Paradiso, sezione Conservazione e Ricerca, n.d.) concentrandosi su vari aspetti ad essa legata, come:

- L'individuazione di specie e habitat vulnerabili ai cambiamenti climatici: attraverso simulazioni di cambiamento climatico, si intende individuare le specie e le aree che potrebbero variare nel futuro perché strettamente condizionate dalla temperatura;
- L'individuazione di indicatori sintetici di biodiversità: trovare indicatori sintetici si rivela necessario per monitorare nel tempo e nello spazio la distribuzione della biodiversità in declino;

- Modelli di distribuzione della biodiversità animale lungo gradienti altitudinali: per comprendere la distribuzione della biodiversità animale nell'ecosistema montano, tale progetto indaga il ruolo che assumono l'altitudine, la temperatura, la struttura della vegetazione e la collocazione geografica.

Tali progetti dimostrano l'importanza di monitorare la biodiversità, ai fini della sua tutela.

Dopo aver analizzato la biodiversità faunistica, meritano un focus anche gli ambienti e la vegetazione tipiche del Parco. A tal proposito è possibile individuare:

- Ambienti umidi: a differenza del Parco naturale del Mont Avic, in tal caso tali ambienti sono presenti in ridotte dimensioni, tanto da essere a volte puntiformi. Non solo, essendo ambienti legati alla costante presenza d'acqua, si rivelano essere ambienti "fragili". Ad esempio, nel caso di torbiere e paludi, è sufficiente un drenaggio del terreno o la captazione di una sorgente per farle prosciugare e portare anche alla scomparsa delle specie che vi abitano. Se in passato questi ambienti sono stati spesso bonificati per creare nuovi terreni e pascoli, ora tutti questi siti umidi vengono protetti e monitorati, in modo che graminacee, giunchi e carici, ma anche orchidee e piccole piante carnivore, possano vivere in tali zone (Parco Nazionale Gran Paradiso, sezione: Gli ambienti del parco, n.d.).

- Ambienti rocciosi: si tratta di ambienti ampiamente presenti nel Parco, in particolar modo al di sopra della vegetazione dei boschi e dei pascoli alpini. Essi "sono caratterizzati dalla presenza costante di roccia e detrito in superficie, con conseguente riduzione dello strato di terreno: tutto ciò impone condizioni di vita molto difficili e le piante alpine, qui più che altrove, mostrano la loro grande capacità di adattamento assumendo caratteri morfologici (nanismo, pelosità, intensa colorazione dei fiori, radici molto sviluppate) che consentono loro di sopravvivere in luoghi dove altre specie non ci riuscirebbero" (Parco Nazionale Gran Paradiso, sezione Gli ambienti del parco – ambienti rocciosi, n.d. para.1).

- Praterie: a tal proposito è necessaria una distinzione delle praterie presenti nel Parco, così suddivise (Parco Nazionale Gran Paradiso, sezione: Gli ambienti del parco – praterie, n.d.):
  - Praterie steppiche: si trovano a quote basse e sono utilizzate per il pascolo ovino;
  - Prato-pascoli: costituiti da erba densa e continua con specie vegetali variegate;

- Pascoli alpini o d'alta quota: particolarmente diffusi nel Parco, si sviluppano sopra il limite dei boschi. È possibile trovare in tali zone grandi fiori, luogo dove arrivano rari insetti impollinatori;
- Vallette nivali: in tali zone la neve persiste per quasi tutto l'anno, fatta eccezione per 1/3 mesi dove il terreno è scoperto e crescono piante dal ciclo molto breve.

- Margini dei boschi: essi corrispondono a una "frangia erbosa esterna allo strato arbustivo e arboreo tipico del bosco", (Parco Nazionale Gran Paradiso, sezione: Gli ambienti del parco – i margini del bosco, n.d., para.2): si sviluppano dunque tra il bosco e lo spazio aperto vicino.

- Boschi: essi ricoprono meno del 20% della superficie totale del Parco e rivestono un'importanza fondamentale, essendo rifugio di numerose specie animali, rappresentando, dal punto di vista ecologico, lo stato di equilibrio naturale verso cui tende la vegetazione, e costituendo l'unico sistema naturale di protezione contro i rischi del dissesto idrologico, come frane e valanghe ad esempio. (Parco Nazionale Gran Paradiso, sezione Conoscere il Parco – Ambienti e vegetazione, n.d.)

I boschi presenti si dividono in due grandi gruppi: boschi di latifoglie e boschi di conifere. Nel primo caso, è possibile ritrovare le faggete (*Fagus sylvatica*), i boschi di forra ad acero (*Acer pseudoplatanus*), i boschi di forra a tiglio (*Tilia platyphyllos*) e i castagneti (*Castanea sativa*), e boschi di conifere. Nel secondo caso, invece, rientrano piante quali le pinete a pino silvestre (*Pinus sylvestris*), boschi di abete rosso (*Picea abies*) e i boschi di larice (*Larix decidua*) e cembro (*Pinus cembra*) (Parco Nazionale Gran Paradiso, sezione: Gli ambienti del parco – i boschi, n.d.).

Il grafico sottostante (vedi figura 1.16) offre una sintesi delle informazioni precedentemente descritte, illustrando numericamente la ricchezza della biodiversità presente nel Parco Nazionale del Gran Paradiso.

71.044 **ettari** la superficie dell'area protetta, 5 volte la città di Torino	
4.061 **metri di quota per il Gran Paradiso**, l'unica cima oltre i 4.000 metri in territorio italiano	
2.426 **m l'altitudine media**	
168 **specie di fauna vertebrata presenti**, 17 specie sottoposte a monitoraggi estensivi **lo Stambecco** la specie simbolo	
1.124 **specie di flora**, di cui **150** **nuove** specie trovate tra il 2013 ed il 2016	
59 **ghiacciai** tutti monitorati e **183** **laghi**	
0,2% **l'area urbanizzata** del territorio del Parco	

Figura 1.16: tabella riepilogativa dei dati principali relativi al Parco Nazionale del Gran Paradiso (Fonte: Parco Nazionale del Gran Paradiso, n.d.)

A questo proposito, è importante evidenziare che le attività del Parco si concentrano su tre temi principali, uno dei quali è "Biodiversità e conservazione". A tal riguardo, la ricerca scientifica risulta cruciale poiché essa si propone di "migliorare la conoscenza della biodiversità e del territorio e monitorare le singole specie per comprendere i fenomeni in atto di disegnare gli scenari futuri di conservazione, che si estendono oltre il territorio del Parco sull'intero arco alpino" (Parco Nazionale Gran Paradiso, sezione Biodiversità e conservazione, n.d, para.1). Per realizzare ciò, essi puntano alla conservazione, alla ricerca scientifica e alla sorveglianza ambientale, come sotto riportato nella tabella (vedi figura 1.17).

	A CONSERVAZIONE	B RICERCA SCIENTIFICA	C SORVEGLIANZA AMBIENTALE
COSA SIGNIFICA PER IL PARCO	Proteggere l'area protetta dagli impatti negativi derivanti dall'azione umana e curarne il patrimonio naturalistico e ambientale lasciando il più possibile che gli ambienti seguano un'evoluzione naturale	Accrescere la conoscenza sul patrimonio ambientale del parco per comprendere i fenomeni in atto e disegnare scenari futuri per la conservazione e la gestione del patrimonio naturale	Prevenire, controllare e reprimere comportamenti contrari alla legge, assicurare la sicurezza dei visitatori e orientarne i comportamenti
COME SI REALIZZA	• MONITORAGGIO DELLE COMPONENTI AMBIENTALI: flora, fauna, biodiversità, cambiamenti climatici • MANUTENZIONE DELLE STRUTTURE DEL PARCO E DELLA RETE SENTIERISTICA • RILASCIO DEI NULLA OSTA per la realizzazione di interventi, opere e sorvoli dell'area	• Progetti scientifici e ricerche sulla flora e la fauna del Parco e gli habitat dell'area Protetta	• Antibracconaggio • Attività in caso di incendi • Verifiche sul comportamento dei turisti • Educazione e prevenzione • Controlli sull'abbandono dei rifiuti
PRINCIPALI RISULTATI	• **553 km** I SENTIERI FRUIBILI • **531 km** DI SENTIERI MANUTENUTI TRA 2012 E 2014 • **900 NULLA OSTA** RILASCIATI PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE TRA 2012 E 2015, +6% • **379 AUTORIZZAZIONI DI SORVOLO** DELL'AREA PARCO DAL 2012 • **4 SORVOLI NON AUTORIZZATI** RILEVATI DAL 2012	• **170 PUBBLICAZIONI E TESI** SUL PARCO • **3 PROGETTI** INTERNAZIONALI ATTIVI	• **272.304 ORE DI SORVEGLIANZA** DEI GUARDA PARCO DAL 2013, **68 MILA** IN MEDIA ALL'ANNO • **332 ILLECITI AMMINISTRATIVI** RILEVARI DAI GUARDA PARCO DAL 2012, **83 IN MEDIA** ALL'ANNO • **21 ILLECITI PENALI, 5,3 IN MEDIA** ALL'ANNO • **SOLO 5 REATI DI BRACCONAGGION** RILEVATI DAL 2012 • **38,96 HA** LA SUPERFICIE DI PARCO COLPITA DA INCENDI

Figura 1.17: tabella riepilogativa delle azioni del Parco Nazionale del Gran Paradiso per il monitoraggio della biodiversità (Fonte: Parco Nazionale del Gran Paradiso, n.d.)

Nonostante le crescenti minacce causate dall'attività umana, il Parco Nazionale del Gran Paradiso dimostra come sia possibile realizzare la conservazione della biodiversità. Le attività del Parco, focalizzate sulla tutela e valorizzazione di questo patrimonio unico e indispensabile per la vita del Pianeta, ne sono una chiara testimonianza.

A livello regionale, oltre al Parco Nazionale del Gran Paradiso e il Parco naturale del Mont Avic, sono presenti altre aree protette, tra cui dieci riserve naturali, come riporta l'Osservatorio Regionale della Biodiversità. Si tratta di aree naturali, quasi tutte istituite attorno agli anni Novanta, che tutelano "specie animali e vegetali spesso rare o in via di estinzione, i loro habitat e

formazioni geologiche, geomorfologiche e speleologiche di particolare valore storico, scientifico e culturale" (Lovevda, n,d. para.1), tra cui è possibile menzionare:

- Riserva Naturale Côte de Gargantua a Gressan: si tratta di un ambiente steppico che ospita alcune piante tra le più rappresentative del mondo floristico, quali l'*Artemisia vallesiaca*, rara pianta aromatica e il *Telephium imperati*, specie di origine mediterranea (Osservatorio Regionale Biodiversità, 2022).
- Riserva Naturale zona umida di Les Iles di Saint-Marcel che si estende tra Brissogne, Saint-Marcel, Quart e Nus: si tratta di una zona umida, nota per l'avifauna migratrice. Essa accoglie vari uccelli, di cui oltre 40 specie nidificano in tale zona. Tra le specie presenti in maniera stabile vi sono il Germano reale, la Folaga, la Cannaiola e la Gallinella d'acqua, tipici abitanti della vegetazione palustre (Osservatorio Regionale Biodiversità, 2022).
- Riserva Naturale stagno di Holay a Pont-Saint-Martin: tale stagno è diventato riserva naturale negli anni Novanta poiché conserva piante di grande pregio e rare a livello regionale, come la Salcerella erba-portula e il Nontiscordardime dei canneti (Viva Valle d'Aosta Unica per Natura, n.d)
- Riserva Naturale stagno di Loson a Verrayes: si tratta di un antico lago di cui oggi resta solo un piccolo specchio d'acqua, divenuto riserva naturale per il suo elevato valore floristico-vegetazionale (Osservatorio Regionale Biodiversità, 2022).
- Riserva Naturale Lago di Villa tra Challand Saint Victor e Montjovet: situata nella bassa Val d'Ayas, questa riserva ospita l'unico lago naturale presente al di sotto dei 1.000 metri di quota. Lungo le rive è presente una vegetazione palustre ricca di giunchi, carici, tra cui anche la rara *Carice tomentosa*. Non solo, si tratta anche di uno dei principali siti di riproduzione per molte specie di anfibi (Viva Valle d'Aosta Unica per Natura, 2000-2012).
- Riserva Naturale Marais di Morgex-La Salle: si tratta di una particolare zona umida formata da laghetti e acquitrini che ospita varie specie vegetali e animali amanti dell'acqua e rarissime nel resto della regione. Si caratterizza per essere un'area sia per nidificare sia come luogo di sosta per uccelli migratori che possono così alimentarsi e rifugiarsi. Tale riserva dà luoghi ad ambienti suggestivi grazie alla presenza del bosco igrofilo di Ontano bianco, quasi scomparso nel resto della regione, e ai canneti (Viva Valle d'Aosta Unica per Natura, 2000-2012).
- Riserva Naturale Mont Mars a Fontainemore: questa Zona Speciale di Conservazione si caratterizza per essere un paesaggio tipico dell'alta montagna, con la presenza di boschi, praterie, pietraie e molti laghi (ad esempio il lago del Cargno, il Lac de Barme, il Lac Bonel…). Ospita una

vegetazione ricca, tra cui le rare Primule, la Genziana porporina, il Giglio di Monte. A livello faunistico, le specie sono quelle tipiche della zona lapina, con la presenza della marmotta, della lepre variabile e del camoscio, ma anche a livello di avifauna del fagiano di monte e della pernice bianca (Viva Valle d'Aosta Unica per Natura, 2000-2012).

- Riserva Naturale Tsatelet tra Aosta e Saint-Christophe: è un'area di origine glaciale, ottimo punto di osservazione del volo degli uccelli nel periodo migratorio. Essa ospita boschi di roverella e pino silvestre, luoghi frequentati da piccolo mammiferi, rettili e farfalle come l'Apollo (Osservatorio Regionale Biodiversità, 2022).
- Riserva Naturale Lago di Lolair ad Arvier: all'inizio della Valgrisanche, si situa una riserva naturale caratterizzata da una varietà di ambienti. Questo permette una vegetazione ricca e diversificata per la presenza della zona lacustre, popolata da vari animali acquatici, il versante arido, che ospita una delle più rare piante della Valle, la *Potentilla pensylvanica*, e il fitto bosco (Viva Valle d'Aosta Unica per Natura, 2000-2012).
- Riserva Naturale Montagnayes a Bionaz: essa si sviluppa dai 1573 metri ai 3321 metri della Becca-des-Arbyères. È caratterizzata dalla presenza di paesaggi subalpini e alpini, dai boschi misti di abete rosso e larice fino a cespuglieti nani e praterie nella parte più alta in prossimità delle creste, luogo in cui sono presenti specie floristiche rare (Viva Valle d'Aosta Unica per Natura, 2000-2012).

Infine, l'interesse della regione Valle d'Aosta nel preservare la biodiversità è osservabile anche nell'istituzione di quattro giardini botanici, che fanno parte della rete dei giardini botanici dell'arco alpino occidentale creata dal progetto JardinAlp e che mirano a salvaguardare il patrimonio floristico. Come riportato nella cartina sottostante (vedi figura 1.18), si tratta di Chanousia al Colle del Piccolo San Bernardo, Saussurea al Pavillon del Monte Bianco, Paradisia a Cogne e Castel Savoia a Gressoney-Saint-Jean.

Figura 1.18: cartina della Valle d'Aosta che illustra i quattro giardini botanici della regione (Fonte: Regione Valle d'Aosta, n.d.)

Gli esempi sopra riportati dimostrano come la Valle d'Aosta, nonostante il suo piccolo territorio, sia un autentico tesoro di biodiversità. Grazie alle varie azioni introdotte, questa regione garantisce una costante tutela dell'ambiente, a beneficio del Pianeta e dei cittadini di oggi, ma soprattutto di quelli del futuro. Ciò consente di preservare le specie autoctone e gli ecosistemi, ma promuove anche una consapevolezza ambientale maggiore tra le nuove generazioni. La Valle d'Aosta dimostra, dunque, come la protezione della natura e lo sviluppo sostenibile possano andare di pari passo, a favore di un futuro più sano per tutti.

1.7 Ecosistemi e biodiversità nel curricolo scolastico

Dopo aver esplorato il tema della biodiversità in tutte le sue sfaccettature teoriche, è interessante, prima di introdurre il progetto scolastico "*Biodiversity detectives*", esaminare i documenti scolastici per capire come viene trattata questa tematica e quale importanza le viene attribuita.

Per approfondire questo concetto è necessaria una premessa: parlare di biodiversità a scuola significa inserirla nel quadro più ampio dell'Educazione Ambientale, che si è successivamente evoluta nella dimensione dell'Educazione alla Sostenibilità (ISPRA, n.d.). Risulta necessaria, anzitutto, una breve panoramica sui riferimenti storico culturali per comprendere come si è arrivati oggi a parlare di Educazione allo Sviluppo

Sostenibile (ESS), e come questa educazione rientri a pieno titolo all'interno del mondo della scuola.

Come riporta ISPRA (n.d.), l'educazione ambientale, nella Conferenza di Bangkok 1965, nasce come educazione volta alla tutela e alla conservazione della natura, per evolversi poi nelle Conferenze di Stoccolma 1972 e Tblisi 1977 al concetto dell'occuparsi di tutto lo spazio fisico e culturale in cui vive l'uomo. Successivamente, nel cosiddetto Summit della Terra, ossia la Conferenza delle Nazioni Unite a Rio de Janeiro nel 1992, si introduce il termine di "sviluppo sostenibile", sottolineando come sia importante adottare atteggiamenti consapevoli e sostenibili, dal momento che "gli esseri umani hanno diritto a una vita sana e produttiva in armonia con la natura" (Dichiarazione di Rio, 1992, p.1). Gli obiettivi si ampliano ulteriormente con la Dichiarazione di Salonicco del 1997 che, oltre a confermare quanto già proposto, sottolinea l'importanza di "non più solo fornire informazioni per modificare i comportamenti e diffondere le buone pratiche, ma, anche e soprattutto, proporre un approccio critico alle informazioni, creare contesti, azioni ed esperienze in cui sia possibile attivare quel processo di cambiamento culturale e sociale a servizio della sostenibilità" (ISPRA, n.d, para.1). Cinque anni dopo, con il Summit sullo Sviluppo Sostenibile di Johannesburg, viene proclamato il Decennio Internazionale dell'Educazione per lo Sviluppo Sostenibile (DESS). Questo breve percorso ci permette di comprendere come parlare di Educazione allo Sviluppo Sostenibile non significhi dunque soltanto focalizzarsi sull'ambiente, ma anche sull'economia e sulla società.

Sempre ISPRA (n.d.), sottolinea, inoltre, per il caso italiano, l'importanza della sottoscrizione della Carta di Fiuggi del 1997 e la Conferenza nazionale dell'Educazione Ambientale, tenutasi a Genova nel 2000, che ha portato poi all'elaborazione delle Linee di indirizzo INFEA. Non solo, fondamentali si sono anche rivelati la nascita dell'ANPA e delle Agenzie per la protezione dell'ambiente (ARPA/APPPA).

È allora lecito chiedersi perché e come sia possibile coniugare l'ESS con il mondo della scuola. Per rispondere alla prima domanda, ossia alle motivazioni che spingono ad affrontare l'educazione ambientale a scuola, è necessario fare riferimento all'epoca nella quale ci troviamo a vivere, in cui le sfide ambientali sono sotto agli occhi di tutti, un'epoca opposta a quella passata con "scelte radicalmente diverse da quelle compiute in passato: lontane dal modello produttivo tradizionale, dirette verso un nuovo modello di economia che rispetti l'ambiente, orientate ad una società che non produca rifiuti ma sappia creare ricchezza e benessere con il riutilizzo e la rigenerazione delle risorse" (Linee guida educazione ambientale, 2014, p.7). Il concretizzarsi di queste scelte rende necessario un cambio di mentalità, che

non può non considerare le scuole e tutti i suoi studenti, alcuni dei quali definibili "nativi ambientali", ossia "una generazione che nella quotidianità dei comportamenti trova già come prospettiva naturale il rispetto dell'ambiente in cui vive" (Linee guida educazione ambientale, 2014, p.7). A tal proposito, come riporta il Ministero dell'Istruzione del Merito, "la scuola è il luogo di elezione per attivare progetti educativi sull'ambiente, la sostenibilità, il patrimonio culturale, la cittadinanza globale" (Ministero dell'Istruzione e del Merito, 2018, para.1).

Di seguito verranno analizzati vari documenti che permettono di approfondire la tematica dell'educazione ambientale e allo sviluppo sostenibile, tra cui le Indicazioni Nazionali 2012, le Linee guida per l'insegnamento dell'educazione civica, le linee guida per l'educazione ambientale, il portale Education21 e l'Agenda 2030. Il focus passerà poi più nello specifico sul tema della biodiversità, facendo riferimento a La carta per l'educazione alla biodiversità.

Anzitutto, la consapevolezza di affrontare tematiche ambientali sin dalla più tenera età emerge chiaramente come uno degli obiettivi prioritari delineati nelle Indicazioni Nazionali, in cui si scrive:

> Diffondere la consapevolezza che i grandi problemi dell'attuale condizione umana (il degrado ambientale, il caos climatico, le crisi energetiche, la distribuzione ineguale delle risorse, la salute e la malattia, l'incontro e il confronto di culture e di religioni, i dilemmi bioetici, la ricerca di una nuova qualità della vita) possono essere affrontati e risolti attraverso una stretta collaborazione non solo fra le nazioni, ma anche fra le discipline e fra le culture (Indicazioni Nazionali, 2012, p.7).

Il rispetto e la consapevolezza nei confronti della natura si realizzano già a partire dalla scuola dell'infanzia, dove nel campo di esperienza "Il sé e l'altro", si prevede che nel triennio dell'infanzia, il bambino "osserva la natura e i viventi, nel loro nascere, evolversi ed estinguersi. Osserva l'ambiente che lo circonda e coglie le diverse relazioni tra le persone" (Indicazioni Nazionali, 2012, p.18), ponendo l'attenzione sull'importanza di riflettere anche sul senso e sulle conseguenze delle loro azioni. Tali obiettivi si ripropongono anche alla scuola primaria, in cui la consapevolezza e il rispetto dell'ambiente sono tematiche trasversali non riconducibili a una sola disciplina. Sebbene le conoscenze più teoriche possano esplicarsi in scienze, se si pensa ad esempio ai concetti di mondo vivente e ambiente, che rimandano alla biodiversità e agli ecosistemi, il rispetto verso il Pianeta si

ritrova comunque in varie discipline. Si riportano, a tal proposito, vari esempi:

- Storia: "In tutte le fasi storiche l'ambiente ha inciso radicalmente, più di ogni altro fattore, sull'evoluzione e i cambiamenti delle civiltà" (Linee guida educazione ambientale, 2014, p.15). Si pensi ad esempio a come le risorse naturali di un certo territorio, così come il clima e anche le catastrofi naturali, hanno influito sullo sviluppo di una determinata civiltà storica.
- Geografia: come riportano le Linee guida educazione ambientale (2014), "la vita di un territorio, il mantenimento delle sue diversità geofisiche e geopolitiche, sono direttamente legati ai comportamenti virtuosi in campo ambientale dei cittadini che lo popolano. Riciclaggio e smaltimento dei rifiuti, lotta all'inquinamento, sviluppo delle tecniche di produzione delle energie rinnovabili, tutela della biodiversità, adattamento al cambiamento climatico: sono temi di forte rilevanza geografica, in cui è essenziale il raccordo con le discipline scientifiche e tecniche" (p.15). A tal proposito, pensando al curricolo della scuola primaria, gioca un ruolo fondamentale il nesso tra elementi naturali e antropici e come essi influenzino l'ambiente. Nei Traguardi per lo sviluppo delle competenze al termine della scuola primaria si riportano le seguenti parole a sostegno di quanto descritto: "Coglie nei paesaggi mondiali della storia le progressive trasformazioni operate dall'uomo sul paesaggio naturale. Si rende conto che lo spazio geografico è un sistema territoriale, costituito da elementi fisici e antropici legati da rapporti di connessione e/o di interdipendenza" (Indicazioni Nazionali, 2012, pp. 46-47).
- Arte: se si fa riferimento a uno degli obiettivi redatti al termine della classe quinta di scuola primaria, si sottolinea che l'alunno deve essere capace di "individuare in un'opera d'arte, sia antica che moderna, gli elementi essenziali della forma, del linguaggio, della tecnica e dello stile dell'artista per comprenderne il messaggio e la funzione" (Indicazioni Nazionali, 2012, p.61). A tal proposito, molte forme d'arte si fungono da manifesto per sensibilizzare l'ambiente. Può rivelarsi utile un percorso didattico a scuola che miri ad unire arte e sostenibilità ambientale oppure a comprendere come la natura stessa possa ispirare numerosi artisti. Questa sensibilizzazione a scuola porterebbe ad una maggior consapevolezza anche negli alunni di quanto sia importante preservare il paesaggio che ci circonda.

Altro documento di fondamentale rilievo al fine di veicolare i concetti sopra delineati è quello delle Linee guida per l'insegnamento dell'educazione civica, che si sviluppano attorno a tre tematiche principali:

- Costituzione
- Sviluppo economico e sostenibilità
- Cittadinanza digitale

Facendo particolare attenzione al secondo pilastro cardine, le Indicazioni riportano le seguenti parole: "Lo sviluppo economico deve essere coerente con la tutela della sicurezza, della salute, della dignità e della qualità della vita delle persone, della natura, anche con riguardo alle specie animali e alla biodiversità, e più in generale con la protezione dell'ambiente. In questa prospettiva, che trova un particolare riferimento in diversi articoli della Costituzione, possono rientrare tematiche riguardanti l'educazione alla salute, alla protezione della biodiversità e degli ecosistemi, alla bioeconomia, anche nell'interesse delle future generazioni (così come previsto dall'articolo 9 della Costituzione recentemente riformulato)" (Ministero dell'Istruzione, n.d., p.4-5). A tal proposito, facendo riferimento alla Legge costituzionale 11 febbraio 2022, n. 1, la Costituzione pone particolare attenzione alla tematica della tutela dell'ambiente, della biodiversità e degli ecosistemi, riportando il seguente testo: "La Repubblica promuove lo sviluppo della cultura e la ricerca scientifica e tecnica. Tutela il paesaggio e il patrimonio storico e artistico della Nazione. Tutela l'ambiente, la biodiversità e gli ecosistemi, anche nell'interesse delle future generazioni. La legge dello Stato disciplina i modi e le forme di tutela degli animali" (Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, 2022, para.1,). Tali riferimenti normativi permettono di inquadrare l'importanza della biodiversità, e più in generale dell'Educazione Ambientale e alla Sostenibilità, all'interno del mondo della scuola, sottolineando il valore degli studenti come attori fondamentali per la futura generazione. L'ESS, infatti, "è orientata da un lato alla conservazione dell'esistente, ma dall'altro deve rivolgere l'attenzione anche al futuro. Nell'ESS, "questa prospettiva aperta sul futuro si associa allo sviluppo di competenze per valutare «le proprie visioni e quelle degli altri» (Bertschy et al., 2007) o concepire «scenari e progetti futuribili» (de Haan & Haarenberg, 1999)" (Kocher, 2017, p.49). Questo ci permette dunque di comprendere come educare alla sostenibilità voglia dire pensare e proiettarsi verso il futuro.

L'ESS trova ulteriore concretezza nell'Agenda 2030. Si tratta di "un programma d'azione per le persone, il pianeta e la prosperità sottoscritto nel settembre 2015 dai governi dei 193 Paesi membri dell'ONU. Essa ingloba 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile – *Sustainable Development Goals*, SDGs – in un grande programma d'azione per un totale di 169 'target' o traguardi. L'avvio ufficiale degli Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile ha coinciso con l'inizio del 2016, guidando il mondo sulla strada da percorrere nell'arco dei prossimi 15 anni: i Paesi, infatti, si sono impegnati a raggiungerli entro il 2030. Gli Obiettivi per lo Sviluppo danno seguito ai risultati degli Obiettivi di Sviluppo del Millennio (Millennium Development Goals) che li hanno preceduti, e rappresentano obiettivi comuni su un

insieme di questioni importanti per lo sviluppo: la lotta alla povertà, l'eliminazione della fame e il contrasto al cambiamento climatico, per citarne solo alcuni. 'Obiettivi comuni' significa che essi riguardano tutti i Paesi e tutti gli individui: nessuno ne è escluso, né deve essere lasciato indietro lungo il cammino necessario per portare il mondo sulla strada della sostenibilità" (UNRIC, 2024, para.1). Si riportano di seguito i 17 obiettivi, così declinati (vedi figura 1.19):

Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile

Obiettivo 1. Porre fine ad ogni forma di povertà nel mondo

Obiettivo 2. Porre fine alla fame, raggiungere la sicurezza alimentare, migliorare la nutrizione e promuovere un'agricoltura sostenibile

Obiettivo 3. Assicurare la salute e il benessere per tutti e per tutte le età

Obiettivo 4. Fornire un'educazione di qualità, equa ed inclusiva, e opportunità di apprendimento per tutti

Obiettivo 5. Raggiungere l'uguaglianza di genere ed emancipare tutte le donne e le ragazze

Obiettivo 6. Garantire a tutti la disponibilità e la gestione sostenibile dell'acqua e delle strutture igienico-sanitarie

Obiettivo 7. Assicurare a tutti l'accesso a sistemi di energia economici, affidabili, sostenibili e moderni

Obiettivo 8. Incentivare una crescita economica duratura, inclusiva e sostenibile, un'occupazione piena e produttiva ed un lavoro dignitoso per tutti

Obiettivo 9. Costruire un'infrastruttura resiliente e promuovere l'innovazione ed una industrializzazione equa, responsabile e sostenibile

Obiettivo 10. Ridurre l'ineguaglianza all'interno di e fra le nazioni

Obiettivo 11. Rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, duraturi e sostenibili

Obiettivo 12. Garantire modelli sostenibili di produzione e di consumo

Obiettivo 13. Promuovere azioni, a tutti i livelli, per combattere il cambiamento climatico*

Obiettivo 14. Conservare e utilizzare in modo durevole gli oceani, i mari e le risorse marine per uno sviluppo sostenibile

Obiettivo 15. Proteggere, ripristinare e favorire un uso sostenibile dell'ecosistema terrestre

Obiettivo 16. Promuovere società pacifiche e inclusive per uno sviluppo sostenibile

Obiettivo 17. Rafforzare i mezzi di attuazione e rinnovare il partenariato mondiale per lo sviluppo sostenibile

* Riconoscendo che la Convenzione delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici è il principale forum internazionale e intergovernativo per la negoziazione della risposta globale al cambiamento climatico

Figura 1.19: 17 obiettivi delineati nell'Agenda 2030 (Fonte: UNRIC, 2015, p.14/35)

In particolare, per aiutare gli insegnanti nella realizzazione degli obiettivi sopra menzionati e veicolare un concetto di primaria importanza come quello dell'Educazione allo Sviluppo e alla Sostenibilità, l'UNESCO, in collaborazione con altri enti, ha redatto un documento in particolare, dal titolo "Educazione agli Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile. Obiettivi di apprendimento" (2017). A partire dalla redazione di obiettivi specifici, proposta di argomenti e attività di apprendimento per ognuno dei 17 *Sustainable Development Goals*, questo documento "fa leva su tre competenze fondamentali, conoscenza, convergenza (empatia) e comportamento (azioni concrete), allo scopo di fornire ai docenti gli strumenti per costruire nuove capacità, nuovi valori e nuovi comportamenti, necessari per mutare i nostri stili di vita e trasformare i nostri modi di pensare e agire" (UNESCO, 2017, para.1). Infatti, perché questi obiettivi si concretizzino e le competenze siano promosse, è necessario modificare il modo in cui si pensa e si agisce. A tal proposito, Irina Bokova, Direttrice Generale dell'UNESCO, credendo fortemente nella valenza della scuola e dell'educazione scrive: "È necessario un cambiamento fondamentale del modo in cui pensiamo al ruolo dell'educazione nello sviluppo globale, perché essa ha un impatto catalitico sul benessere degli individui e sul futuro del nostro pianeta. Ora, più che mai, l'educazione ha la responsabilità di essere in grado di affrontare le sfide e le aspirazioni del XXI secolo e di promuovere i giusti tipi di valori e capacità che condurranno a una crescita sostenibile e inclusiva e a un'esistenza collettiva pacifica." (UNESCO, 2017, p.7).

Nello specifico, al fine di promuovere lo sviluppo sostenibile, sono state individuate le seguenti competenze chiave:

- Competenza di pensiero sistemico: la capacità di riconoscere e capire le relazioni; di analizzare sistemi complessi; di pensare a come i sistemi siano incorporati entro domini differenti e scale diverse e di gestire l'incertezza.
- Competenza di previsione: capacità di comprendere e valutare molteplici futuri - possibili, probabili e desiderabili; di creare le proprie visioni per il futuro; di applicare il principio di precauzione; di determinare le conseguenze delle azioni e di gestire i rischi e i cambiamenti.
- Competenza normativa: capacità di capire e riflettere sulle norme e i valori che risiedono dietro le azioni di ognuno; e di negoziare i valori, i principi, gli obiettivi e i target della sostenibilità, in un contesto di conflitti d'interesse e compromessi, conoscenza incerta e contraddizioni.

- Competenza strategica: capacità di sviluppare e implementare collettivamente azioni innovative che promuovano la sostenibilità a livello locale e oltre. Competenza collaborativa: capacità di imparare dagli altri; di capire e rispettare i bisogni, le prospettive e le azioni degli altri (empatia); di comprendere, relazionarsi con e essere sensibili agli altri (leadership empatica); di gestire i conflitti in un gruppo; e di facilitare un approccio collaborativo e partecipato alla risoluzione di problemi.
- Competenza di pensiero critico: capacità di mettere in dubbio le norme, le pratiche e le opinioni; di riflettere sui propri valori e le proprie percezioni e azioni; e di prendere posizione sul tema della sostenibilità.
- Competenza di auto-consapevolezza: l'abilità di riflettere sul proprio ruolo nella comunità locale e nella società (globale); di valutare incessantemente e motivare ulteriormente le proprie azioni e di gestire i propri sentimenti e desideri.
- Competenza di problem-solving integrato: capacità fondamentale di applicare diversi quadri di problem-solving a problemi complessi di sostenibilità e di sviluppare opzioni risolutive valide, inclusive ed eque che promuovano lo sviluppo sostenibile, integrando le competenze sopra menzionate (UNESCO, 2017, p.10).

Tirando le fila del discorso, l'Educazione per lo Sviluppo e la Sostenibilità si pone l'obiettivo di "trasmettere conoscenze, abilità e valori che possano permettere una vita consapevole e responsabile all'interno della società" (Kocher, 2017, p.35). Come affermano Bertschy et al (2007), il compito dell'educazione "è quello di far riflettere in modo critico sul proprio ruolo nella società, ragionando su quale possa essere il significato dello sviluppo sostenibile per il singolo e per la società in cui vive. L'educazione deve rendere capaci di valutare e adottare prospettive di sviluppo e stili di vita alternativi" (Kocher, 2017, p.35).

Per concludere la parte relativa alle normative scolastiche in materia di conoscenza, consapevolezza e tutela, merita una breve panoramica anche la Carta per l'educazione alla Biodiversità, redatta dal Ministero dell'Istruzione e il Ministero della Transazione Ecologica. Si tratta di un documento a favore della tutela della biodiversità al quale possono aderire le scuole italiane per ottenere il riconoscimento di "Scuola in RiGenerazione" da parte del Ministero dell'Istruzione, con la possibilità di partecipare a varie iniziative (Ministero dell'Istruzione e del merito, RiGenerazione Scuola, 2020). Nella tabella che segue (vedi figura 1.20) si riportano i principi generali e gli impegni.

Promuovere **percorsi trasformativi** che favoriscano **conoscenza, competenza e comportamenti responsabili e virtuosi** per costruire una società attenta alle esigenze dell'ambiente e della biodiversità

Diffondere una **cultura della biodiversità** che promuova i diritti ecologici di tutti gli esseri viventi, in stretto legame con i principi di sostenibilità, equità, accessibilità, inclusione, prosperità e pace

Diffondere le **conoscenze** degli equilibri complessi del pianeta Terra, della biosfera e dei suoi ecosistemi, dei servizi ecosistemici e del capitale naturale come elementi essenziali per lo sviluppo sostenibile

Trasmettere alle nuove generazioni la consapevolezza che le **risorse del pianeta sono limitate**, abbandonando la cultura dello scarto e dello spreco a vantaggio della cultura del risparmio, del riuso e del riciclo

Perseguire **comportamenti e consumi eco-sostenibili** in grado di soddisfare le esigenze della collettività senza alterare gli equilibri della natura, ad esempio riducendo il consumo dei prodotti di plastica monouso

Costruire il **senso di legalità** maturando la consapevolezza del legame imprescindibile fra le persone e la cura del Pianeta

Continuare a sensibilizzare gli alunni e gli studenti sui temi della relazione tra **crisi climatica e perdita della biodiversità**, partendo dai temi della raccolta differenziata, dell'inquinamento nelle città, dell'uso di energie rinnovabili, della mobilità sostenibile, nel quadro dei relativi Obiettivi dell'Agenda 2030 dell'ONU e di quelli della Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile

Diffondere sempre più il valore della **biodiversità**, della tutela e conservazione del territorio, del mare e del patrimonio naturale e culturale, anche attraverso le significative esperienze di rete tra le aree protette nazionali, europee ed internazionali

Agire in modo sistemico sui temi dell'**educazione ambientale**, **attivando collaborazioni** per coinvolgere le istituzioni, gli enti locali, le aree protette e tutti i soggetti della comunità educativa e sociale nei progetti scolastici

Facilitare e accrescere **l'accesso ai dati e alle informazioni** sui temi ambientali al fine di assicurare che la conoscenza di alunni e studenti sia basata su solide evidenze tecniche e scientifiche, anche con l'uso delle nuove tecnologie

Far conoscere la **bioeconomia** (agricoltura, silvicoltura, pesca, produzione alimentare, bioenergia e bioprodotti) e il sistema dell'**economia circolare**, insegnando a costruire **i mestieri, i servizi e le imprese del futuro** a zero emissioni, circolari e rigenerative, nel rispetto del valore delle tradizioni identitarie

Figura 1.20: i principi generali e gli impegni della Carta della biodiversità (Fonte: Ministero dell'Istruzione, 2020)

La panoramica sopra delineata a proposito di ciò che la scuola può fare per veicolare tematiche fondamentali come il rispetto verso l'ambiente è stata utile al fine di comprendere il ruolo della scuola, che non si limita ad essere solo un luogo di trasmissione delle conoscenze, ma anche di valori e competenze utili a formare i cittadini consapevole e responsabili del domani. Stando alle parole del sociologo Edgar Morin:

> la finalità educativa principale dev'essere l'insegnamento della condizione umana. C'è necessità di far crescere, al di là dell'identità nazionale tuttora prevalente, un'identità europea (e in prospettiva anche planetaria), per diventare così cittadini del mondo e capire che viviamo in una comunanza di destini e abbiamo interessi comuni da perseguire: la pace, il rispetto dell'ambiente, uno sviluppo sostenibile, la crescita del capitale umano e sociale, la cura per l'intelligenza emotiva e la ricerca per l'innovazione. Da tutto ciò risulta evidente come sia imprescindibile per i giovani d'oggi un combinato di istruzione-educazione che tenga conto dei più recenti portati delle scienze umane, di quelle psico-pedagogiche e delle scienze sociali (Morin, 2015, in Elia, 2019, p.19).

Capitolo 2.

Il progetto didattico

Il progetto didattico "*Biodiversity detectives*" intende promuovere, come si evince dal titolo stesso, il tema della biodiversità in tutte le sue varie sfaccettature. Si tratta di una tematica quanto mai attuale, se riferita alla situazione nella quale si trova a vivere oggi il nostro Pianeta, che non può non essere affrontata a scuola, considerando che gli alunni di oggi saranno a tutti gli effetti i cittadini del futuro. A tal proposito, le Indicazioni Nazionali, nella parte introduttiva. Per un nuovo umanesimo, sottolineano le seguenti parole:

> Le relazioni fra il microcosmo personale e il macrocosmo dell'umanità e del pianeta oggi devono essere intese in un duplice senso. Da un lato tutto ciò che accade nel mondo influenza la vita di ogni persona; dall'altro, ogni persona tiene nelle sue stesse mani una responsabilità unica e singolare nei confronti del futuro dell'umanità (Indicazioni Nazionali, 2012, p.7).

Ciò sottolinea quanto sia importante promuovere nei bambini non solo la volontà di sapere e conoscere, ma anche di agire. Soprattutto in questo periodo, considerate le problematiche riguardo al presente e al futuro del nostro pianeta sempre più evidenti, è importante sensibilizzare le generazioni future che avranno il ruolo principale nel tutelare il Pianeta, proponendo attività e percorsi didattici che stimolino il prendersi cura di esso. Come riportato nella Raccomandazione del Consiglio del 16 giugno 2022 relativa all'apprendimento per la transizione verde e lo sviluppo sostenibile, "si tratta di sensibilizzare in merito ai benefici e alle opportunità dell'apprendimento per la transizione verde e lo sviluppo sostenibile e sostenere gli istituti di istruzione e formazione formali e non formali, compresa l'educazione e la cura della prima infanzia, affinché rendano le questioni legate ai cambiamenti climatici, alla protezione dell'ambiente, alla biodiversità e alla

sostenibilità pertinenti per la vita quotidiana dei loro discenti e promuovano una cultura della sostenibilità" (Gazzetta Ufficiale, 2022, p.243/5). A questo proposito, a partire da qualche anno, è stata redatta l'Agenda 2030, con lo scopo di proteggere il Pianeta e salvaguardare il benessere delle future generazioni. Essa persegue 17 obiettivi di sviluppo sostenibile, che anche la scuola ha il dovere di far conoscere ai suoi alunni. Tra i diversi traguardi da raggiungere, il quindicesimo si propone di proteggere l'ecosistema terrestre e la biodiversità. È allora lecito chiedersi quale approccio adottare in qualità di futuri insegnanti per perseguire tali obiettivi. Sempre nella rubrica Europa e Agenda 2030, si legge che la commissione Ue afferma che "tutti gli educatori sono educatori alla sostenibilità" (Gazzetta Ufficiale, 2022, p.243/6). Ciò significa che tutti gli insegnanti devono essere consapevoli del ruolo che hanno sui loro alunni per il loro futuro, non solo a livello disciplinare, ma anche rispetto ai comportamenti da adottare. Ma come fare concretamente in classe? Per rendere gli alunni maggiormente coinvolti, le Indicazioni Nazionali sottolineano come sia importante sviluppare in ogni allievo "atteggiamenti di curiosità e modi di guardare il mondo che lo stimolano a cercare spiegazioni di quello che vede succedere" (Indicazioni Nazionali, 2012, p.54).

2.1 Le finalità del progetto

Per favorire il coinvolgimento degli alunni, il mio progetto intende promuovere il contatto diretto con la natura attraverso attività *outdoor* che stimolino la creatività e il pensiero critico e aumentino il senso di consapevolezza del legame che ognuno di noi ha con l'ambiente che ci circonda. In questo modo, ogni alunno potrà comprendere le principali caratteristiche e modi di vivere di organismi animali e viventi e descrivere le caratteristiche del proprio ambiente.

Le tematiche affrontate riguarderanno il tema della biodiversità, così declinata:

- Comprendere cosa sono gli ecosistemi e i servizi ecosistemici, nonché la loro importanza;
- Comprendere cos'è la biodiversità e qual è la sua importanza;
- Identificare la biodiversità in contesti *outdoor;*
- Analizzare le motivazioni che contribuiscono alla perdita di essa;
- Effettuare un monitoraggio della biodiversità;
- Sviluppare atteggiamenti di sensibilizzazione circa l'importanza della biodiversità e degli ecosistemi per la salvaguardia del Pianeta

Le attività si baseranno su (NAEE, 2015):

- Educazione IN natura: approfittare del contesto naturale per apprendere (secondo incontro)
- Educazione SULLA natura: sviluppare conoscenze sulla natura (primo incontro, terzo incontro)
- Educazione PER la natura: sviluppare atteggiamenti di rispetto per ciò che ci circonda (quarto incontro)

A tal proposito si esprimono anche Schenetti, Salvaterra e Rossini (2015) sottolineando che per sviluppare in ognuno di noi interesse, rispetto e amore verso la natura, elementi imprescindibili per far fronte alla crisi ambientale che stiamo vivendo, risulta necessario:

- "Incontrare, conoscere e fare esperienza a contatto diretto con l'ambiente naturale, rispondere al bisogno dei bambini di vivere in spazi all'aria aperta, nei quali poter sperimentare e apprendere;
- Promuovere una conoscenza sull'ambiente, apprenderne le caratteristiche, le funzioni, scoprirne le mille sfaccettature, comprendere i rischi a cui è sottoposto;
- Fare in modo che i bambini possano attivarsi per fare qualcosa sull'ambiente di cui anch'essi fanno parte, promuovendo una nuova etica ambientale" (Schenetti et al, 2015, pp.222-223).

Ecco, dunque, che "educare nell'ambiente, sull'ambiente e per l'ambiente" (Fien, 1993, in Schenetti et al, 2015) diviene un imperativo pedagogico. Soltanto permettendo ai bambini di poter osservare, sperimentare e attribuire un senso al contesto in cui si trovano, quel senso permetterà loro di decidere se e come prendersene cura (Schenetti et al., 2015), mettendo in evidenza quanto la dimensione pedagogica svolga un ruolo cruciale nel modificare abitudini, comportamenti e modi di pensare negli adulti del domani.

Come delineato nelle Indicazioni sopra citate, si tratterà di:

- "Playing and exploring: Through open-ended, hands-on experiences which result from their innate curiosity, children use raw sensory material to build concepts, test ideas and investigate. They combine, explore and refine their current understanding through imaginative play. They develop a 'can do' attitude by taking risks in new experiences and seeing failures as opportunities to learn.
- Active learning: Children concentrate and become involved in activities. They keep on trying if they encounter difficulties and enjoy their achievements.
- Creating & thinking critically: Children generate and develop their own ideas, exploring different strategies to achieve goals. They use what they

already know to learn new things, making links between ideas. They make choices and decisions about how to approach tasks" (NAEE, 2015, p.7).

2.2 Contesto e destinatari

Il progetto si rivolge ad una classe 5° di scuola primaria della Bassa Valle, più precisamente nel paese di Issogne. Essa ospita 11 alunni, di cui 5 maschi e 6 femmine. La scelta di questo contesto non è casuale poiché la scuola di Issogne, durante l'anno scolastico 2023/2024, si è candidata per diventare *Green School*, elemento che ha reso il progetto maggiormente legato alle attività della classe e alle conoscenze degli alunni stessi. Il progetto *Green School*, infatti, mira a sensibilizzare gli alunni a ridurre il loro impatto sull'ambiente e ad educarli a un atteggiamento attivo di tutela nei confronti del pianeta, esattamente come il progetto da me proposto. L'educazione allo sviluppo sostenibile sta diventando sempre più centrale nei programmi scolastici, tanto che, nel 2009, grazie a un'idea di Agenda 21 Laghi e CAST ONG ONLUS, con il supporto dell'Università dell'Insubria, è nato questo progetto (Green School, 2024). Inizialmente proposto nella provincia di Varese, visto l'interesse suscitato, il Comitato Tecnico Scientifico Green School ha promosso la sua diffusione anche nel resto della regione Lombardia, ottenendo, grazie al progetto "Green School: rete lombarda per lo sviluppo sostenibile", l'adesione di oltre 400 scuole negli anni tra il 2019 e il 2021. A partire poi dall'anno scolastico 2022/2023, tale progetto, "Green School Italia: rete di scuole e territori per lo sviluppo sostenibile", si è diffuso a livello nazionale, coinvolgendo la Valle d'Aosta, la Città Metropolitana Roma Capitale, la Città Metropolitana di Cagliari e la provincia di Livorno.

Nel dettaglio, il metodo Green School prevede "l'attuazione di un'azione cooperativa dell'intera comunità scolastica, in cui alunni, docenti, personale non docente e genitori agiscono assieme per il comune obiettivo di ridurre l'impronta carbonica. Le scuole hanno il compito e il dovere di essere promotrici del cambiamento comportamentale e mentale necessario per costruire una società più sostenibile. Con l'agire quotidiano, le scuole possono rendere sistematico e naturale negli alunni e in tutta la popolazione scolastica adottare comportamenti virtuosi, aiutando così a formare cittadini consapevoli e rispettosi dell'ambiente e del bene comune" (Green School, 2024). Questo metodo si fonda su un apprendimento attivo in cui "la conoscenza e le azioni si integrano garantendo la coerenza tra il pensiero, lo studio e l'azione. È un processo di co-educazione nel quale l'esperienza stessa genera conoscenza e apprendimento" (Green School, 2024). I pilastri sui quali si fonda il metodo *Green School* sono i seguenti:

- Acqua;

- Biodiversità;
- Spreco alimentare;
- Energia;
- Mobilità;
- Rifiuti

Sulla base degli argomenti sopra citati, ogni classe della scuola di Issogne ha lavorato su alcune tematiche nello specifico. Nel caso della classe quinta, gli argomenti affrontati hanno riguardato il risparmio energetico e il risparmio dell'acqua, oltre che la tematica di ambiente e biodiversità affrontata assieme durante i quattro incontri del progetto. Nel primo caso, a proposito del risparmio energetico, la classe si è occupata giornalmente del controllo di tutto ciò che concerne l'energia elettrica (spegnimento luci, computer, fotocopiatrice...). In classe ha poi affrontato l'argomento sul funzionamento delle centrali idroelettriche e le energie pulite e ha anche effettuato un'uscita sul territorio di Issogne per vedere concretamente il funzionamento di una piccola centrale elettrica (accompagnati da un assessore comunale). Nel secondo caso, circa il risparmio dell'acqua, il tema è stato sviluppato attraverso svariate letture e riflessioni collettive e attraverso il progetto del Forte di Bard per la Giornata della Terra, in cui la classe ha preso parte ad attività dedicate all'educazione ambientale e all'importanza dell'acqua, come fonte di vita e risorsa indispensabile per i vari aspetti della vita quotidiana. Gli alunni hanno poi effettuato un piccolo esperimento a casa, sempre a proposito dell'importanza dell'acqua e del suo risparmio, che ha incluso anche altri componenti della famiglia. A tal proposito, si riporta la prova richiesta:

Prova contro lo spreco
Sotto la doccia, chiedi a qualcuno di cronometrare quanti minuti tieni l'acqua aperta.
Obiettivo: non superare i 3 minuti totali.
Minuti: _____

La terza tematica a favore del progetto *Green School*, infine, ha riguardato il tema della biodiversità, attraverso la realizzazione del progetto *Biodiversity Detectives*, che analizzerò nei sottocapitoli che seguono.

2.3 Attività

Il progetto "*Biodiversity detectives*" si sviluppa attorno al tema della biodiversità, analizzando i vari aspetti che la compongono, quali l'analisi di cos'è la biodiversità, l'indagine sul campo, i rischi legati alla perdita di biodiversità e la sua salvaguardia. Tali argomenti sono stati divisi in quattro incontri, ognuno dei quali si è focalizzato su un aspetto in particolare. A legare le varie attività tra di loro, è stata la presenza di un personaggio mediatore, che ha fatto da filo conduttore all'intero progetto. Il personaggio in questione è un'ape, di nome Busy Bee. Si tratta di un'ape indaffarata, come si evince dalla traduzione dell'aggettivo inglese *busy*. La scelta del nome e di questo animale non è casuale poiché si tratta di un animale che assume un ruolo fondamentale nell'ecosistema terrestre, contribuendo alla protezione della biodiversità, che risulta essere mosso da un interesse personale per il monitoraggio della biodiversità, in giro e indaffarato. A caratterizzare Busy Bee è il fatto di essere un *detective*: Il personaggio mediatore, infatti, chiederà agli alunni di diventare a tutti gli effetti dei detective anch'essi, in modo da indagare circa il colpevole che sta mettendo a serio rischio la biodiversità sul Pianeta Terra. Per rendere maggiormente accattivante e coinvolgente la ricerca, è stata creata una scheda dei sospettati (vedi allegato 1), come nei veri casi dei *detective*, in cui sono stati elencati i possibili colpevoli, ognuno dei quali appartenente ad uno dei cinque regni degli esseri viventi, sempre per creare il nesso con il tema della biodiversità: Miss Ameba per il regno dei protisti, Miss Plant per il regno delle piante, Mr Fungus per il regno dei funghi, Mr Human per il regno animale e Mr Bacterium per il regno delle monere. Il compito degli alunni, attraverso prove ed indizi durante i vari incontri, è stato proprio quello di scovare il colpevole. Ciò ha fatto sì che i bambini entrassero pienamente nel ruolo, mossi da una motivazione specifica. Per introdurre il personaggio è stato consegnato a ciascun bambino un kit del *bio-detective* (vedi figura 2.1), realizzato con fogli di giornale, contenente una lente di ingrandimento, il diario di bordo da

compilare ad ogni incontro, i messaggi lasciati da Busy Bee e la scheda dei sospettati.

Figura 2.110: kit del bio-detective

Primo incontro: Che cos'è la biodiversità?

Durante il primo incontro, svolto in classe, l'attenzione è stata rivolta a comprendere che cos'è la biodiversità. Per farlo, è stato proposto un *brainstorming* iniziale, al fine di comprendere ciò che gli alunni conoscevano già. La funzione del *brainstorming*, infatti, è quella di far emergere in maniera libera e spontanea le idee, senza che nessuna venga giudicata come inopportuna o errata. In questo modo, mi è stato possibile comprendere le preconoscenze degli alunni e i prerequisiti del gruppo classe. A tal proposito, ho riportato tutte le idee degli alunni alla lavagna, idee che sono emerse dopo un'inziale aiuto avvenuto da parte dell'insegnante, poiché pochi bambini avevano già sentito il termine, motivo per il quale si è reso necessario accompagnarli nella riflessione suggerendo loro di provare a scomporre la parola in "bio" e "diversità" per provare a capire cosa volesse dire il termine. A tal proposito, sono emerse opinioni differenti: dall'idea di natura, a quella di prodotti biologici senza insetticidi, al concetto di inquinamento fino alla diversità delle persone. Si riportano di seguito alcune idee emerse dagli alunni:

E: La biodiversità riguarda la natura
M: La biodiversità sono le persone che sono diverse
G: La biodiversità riguarda prodotti biologici, cioè alimenti senza insetticidi
A: La biodiversità è legata all'inquinamento

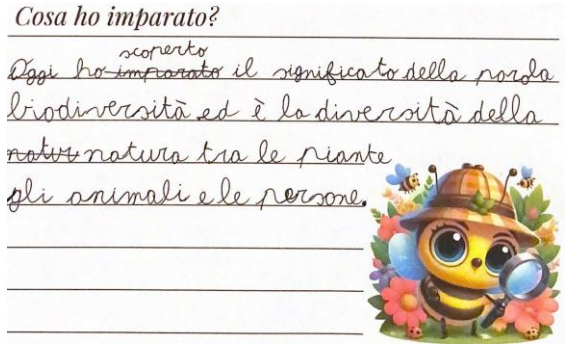
Successivamente, per ampliare le conoscenze in loro possesso, ho proposto loro la visione di un filmato a proposito della biodiversità, realizzato dai bambini dell'Istituto Comprensivo di via Libertà di San Donato Milanese, una delle varie scuole del territorio italiano che ha partecipato nell'anno scolastico 2016/2017 al progetto di Eniscuola a proposito della sensibilizzazione della biodiversità nelle scuole. Questo video ha permesso di ampliare il bagaglio di conoscenze degli alunni: infatti, successivamente alla visione, nel momento in cui ho chiesto ai bambini di aggiungere informazioni a proposito del tema della biodiversità, gli alunni si sono dimostrati maggiormente a loro agio nel rispondere alla domanda "Che cos'è la biodiversità?". Questo filmato ha permesso all'intero gruppo classe di condurre una riflessione guidata, facendo un confronto tra quanto loro sapevano e quanto avevano appreso tramite il video, riflettendo sull'aggiunta di nuove informazioni, sulla possibile smentita di altre, su informazioni nuove oppure altre non apparse nel video. Le varie informazioni sono state poi aggiunte alla lavagna a quelle precedenti, in modo da avere un quadro chiaro delle conoscenze degli alunni (vedi figura 2.2).

Figura 2.211: brainstorming alla lavagna a proposito della biodiversità

La discussione in classe mi ha inoltre permesso di comprendere che, in riferimento alla definizione "La biodiversità è l'insieme degli esseri viventi che popolano la Terra", le conoscenze degli alunni in merito alle tipologie di esseri viventi riguardavano principalmente il mondo animale e quello vegetale. A questo proposito, ho proposto loro una presentazione *power point* in cui ho presentato alla classe i cinque regni degli esseri viventi: monere, protisti, funghi, animali, vegetali. Ciò ha permesso loro di attingere alle loro conoscenze in merito e di ampliare il loro bagaglio di conoscenze circa la biodiversità. La presentazione, infatti, ha permesso di far comprendere agli alunni che anche altri organismi viventi contribuiscono alla ricchezza di diversità in natura, seppur non visibili a occhio nudo.

L'ultima parte del primo incontro è stata dedicata all'introduzione del personaggio mediatore Busy Bee, attraverso la consegna di un suo messaggio (vedi allegato 2) e la sua richiesta all'intero gruppo classe nel diventare a tutti gli effetti dei *bio-detective* alla ricerca del principale sospettato che sta mettendo in pericolo la Terra.

A conclusione delle attività, ho fornito loro la prima scheda del diario di bordo (vedi allegato 3) in cui gli alunni si sono soffermati a riflettere su ciò che avevano scoperto ed imparato durante il primo incontro. Di seguito si riportano le prime riflessioni degli alunni (vedi figure 2.3-2.4), sottolineando come essi abbiano compreso la definizione della parola biodiversità, considerando che si trattava di un termine sconosciuto alla maggior parte degli alunni, o comunque soltanto sentito sporadicamente, ma al quale non affiancavano una definizione precisa.



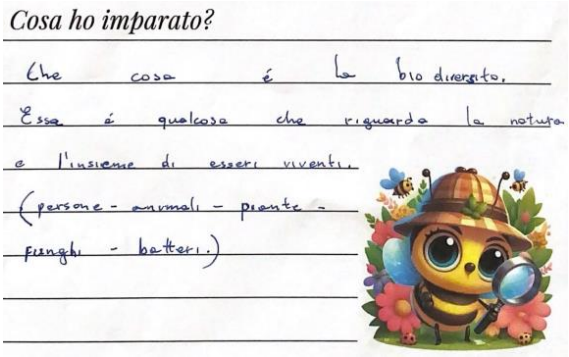


Figure 2.3-2.4: prime riflessioni sul significato del termine biodiversità

Va comunque sottolineato che vi è stata una prima difficoltà nella comprensione della parola in sé dal momento che si tratta di un concetto astratto. Ciò è spiegato dal fatto che il linguaggio umano ha due manifestazioni: una manifestazione concreta, verbale e una manifestazione astratta, nominale. Il termine "biodiversità" è una parola ad alta densità lessicale, che contiene in sé molti elementi all'interno di una sola parola (Dodman, 2014). Dodman afferma che:

> Verbal language is, however, a priori, both at the phylogenetic and ontogenetic levels. Children are born and grow up spontaneously perceiving and verbalizing a world based on what happens, but even adults, when they interact in an everyday and spontaneous way choose a verbal language. Without Kineo, and also repeated examples of that event, there can be no kinesis. The switch to nominal language excludes the experiential information, the prior processes of

> signification are taken for granted, attention is focused on the textual information and the lexical density of the text increases (Dodman, 2014, p.7).

Nonostante ciò, gli alunni sono stati in grado di descrivere a parole loro una semplice definizione. Questo elemento è stato molto importante per poter procedere in maniera serena allo svolgimento delle attività successive, possedendo gli alunni una determinata conoscenza sul tema, seppur ancora in maniera astratta.

Secondo incontro: indagine sul campo della biodiversità – ricerchiamo la biodiversità in natura

Il secondo incontro si è svolto in un contesto *outdoor*, più precisamente in località Castagneti (vedi figura 2.5) a Issogne, zona raggiungibile a piedi dalla scuola. La scelta di questo posto non è casuale. Nonostante non sia una zona interamente naturale, vista la presenza di elementi antropici quali padiglioni e tavoli utilizzati in occasioni di sagre di paese, la restante area, come si evince dal nome della località stessa, è caratterizzata da un grande bosco di castagni da frutto, oltre che da distese di prati e alberi, elementi che rendono la zona a carattere prevalentemente naturale. In questa località, inoltre, scorrono accanto ai castagni il torrente "Revun", che dà vita a una cascata presente nelle vicinanze, e il torrente "Thieve".

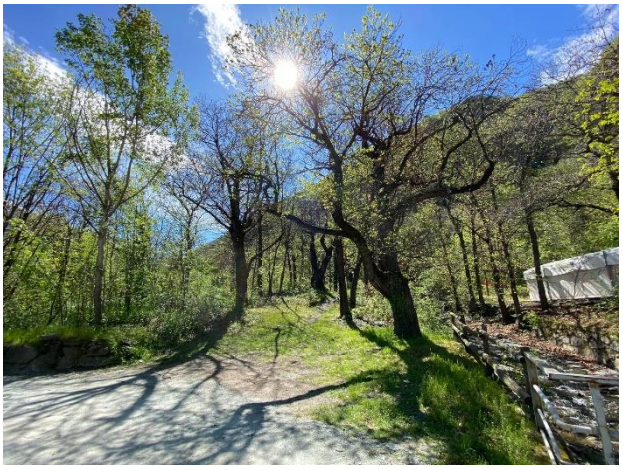
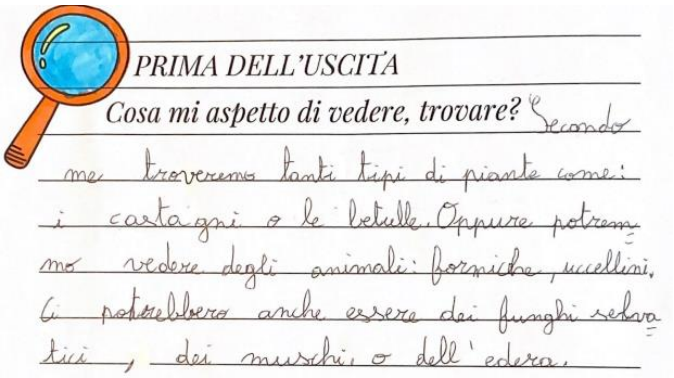


Figura 2.5: fotografia scattata presso la località Castagneti, Issogne

L'incontro, iniziato in classe, è cominciato con un *brainstorming* per poter recuperare le informazioni della lezione precedente, in modo da poter ripercorrere l'esperienza precedente e includere anche un alunno assente durante il primo incontro. Successivamente, prima dell'uscita sul campo, è stata fatta proiettata alla LIM un'immagine del luogo in cui è stata svolta la lezione all'aperto, a partire dalla quale ogni bambino ha dovuto esplicitare sul diario di bordo cosa si aspettava di vedere in merito alla biodiversità, in modo da creare un legame tra noto e non noto. Come veri *detective*, gli alunni hanno dovuto quindi riflettere su ciò che si aspettavano di trovare, appuntando le loro prime impressioni sul diario di bordo, per effettuare un confronto successivamente all'uscita in modo da verificare le loro ipotesi ed eventualmente modificarle. Si riporta di seguito l'immagine di una riflessione condotta da un'alunna, molto simile a quella degli altri suoi compagni (vedi figura 2.6):


PRIMA DELL'USCITA

Cosa mi aspetto di vedere, trovare? Secondo me troveremo tanti tipi di piante come: i castagni o le betulle. Oppure potremmo vedere degli animali: formiche, uccellini. Ci potrebbero anche essere dei funghi selvatici, dei muschi o dell'edera.

Figura 2.6: riflessione di un'alunna sulle aspettative a proposito dell'uscita ai Castagneti

Una volta arrivati ai Castagneti, dopo aver letto il messaggio lasciato da Busy Bee (vedi allegato 4) che chiedeva gli alunni di mettere in campo tutte le loro doti da ricercatori, è stata svolta l'attività chiave della lezione: ogni bambino è stato chiamato a diventare un vero e proprio *bio-detective*, il cui compito era quello di rilevare la biodiversità che lo circondava. Per facilitare l'esplorazione, nonché renderla più mirata, la ricerca è stata organizzata per livello:

- Ogni alunno, in un primo momento, ha iniziato la ricerca partendo dall'alto, cercando piante alte e organismi volanti, trovando ad una prima osservazione alberi, uccelli e insetti volanti;

- Successivamente, ho chiesto loro di abbassare lo sguardo e l'attenzione al livello degli occhi, in modo da poter osservare altri organismi viventi, quali arbusti e piante perenni, oltre che nidi o case di altre creature;
- In un secondo momento, ogni bambino ha continuato la ricerca inginocchiandosi e poi sedendosi a terra per osservare gli organismi che vivono sopra il suolo (formiche, funghi, animali nascosti tra le rocce…);
- In conclusione, ho fornito al gruppo classe una cazzuola, in modo da poter scavare una buca poco profonda al fine di individuare possibili segni di vita nel terreno, come lombrichi, insetti, forbici (vedi figura 2.7).

Figura 2.7: i bambini scavano con una cazzuola una buca

Per rendere la ricerca ancora più affinata, ho consegnato loro una lente di ingrandimento, in modo da cogliere maggiori dettagli non visibili direttamente ad occhio nudo, strumento che gli alunni hanno utilizzato durante tutte le fasi della ricerca, e che li ha resi dei veri e propri *bio-detective* (vedi figure 2.8-9-10), oltre che un foglio sul quale appuntare tutto ciò che osservavano.

Figure 2.8-9-10: i bambini appuntano, come veri bio-detective, tutto ciò che hanno osservato in natura

Successivamente all'attività di ricerca, che ogni alunno ha svolto in maniera individuale, ho proposto loro un momento di riflessione in gruppo per poter comprendere le loro sensazioni. Questa occasione di confronto si è rivelata molto interessante, dal momento che gli alunni hanno affermato di aver compreso maggiormente cosa significhi il termine biodiversità, che per alcuni era rimasto ancora troppo astratto, proprio grazie alle attività svolte direttamente sul campo, a diretto contatto con la natura. A tal proposito,

> tutte le ricerche nazionali ed internazionali hanno ormai riconosciuto l'inefficacia dell'insegnamento scientifico alimentato esclusivamente da libri-manuali e dalla lezione frontale, ritenendo conseguentemente indispensabile l'individuazione di uno spazio didattico di tipo laboratoriale in cui siano raccolti tutti gli strumenti, i materiali, i sussidi necessari a fare dello studio delle scienze un momento di apprendimento sperimentale (Ortenzi & Buonanno, 2007, abstract)

Ciò che risulta fondamentale, dunque, è rendere l'alunno protagonista del suo apprendimento, ponendolo al centro del processo di insegnamento-apprendimento.

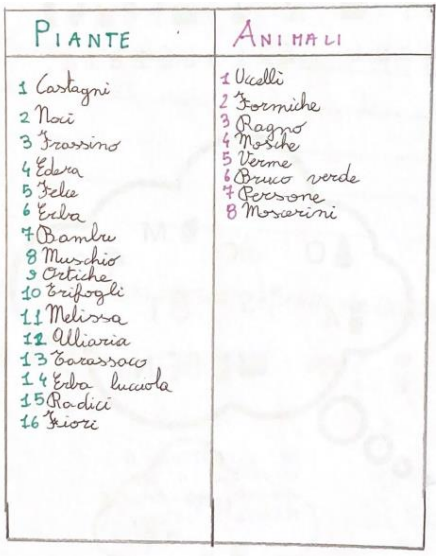
Inoltre, gli alunni hanno affermato di aver apprezzato l'attività all'aria aperta anche da un punto di vista emotivo, sottolineando emozioni positive che la natura ha suscitato in loro, quali felicità, serenità, rilassamento, benessere. Si riportano di seguito alcuni dei commenti fatti dagli alunni:

M: Mi sono divertita a uscire fuori dalla scuola e a stare in mezzo alla natura
V: Che tranquillità stare in mezzo al bosco con gli uccellini che cantano
A: Mi sento bene quando sto fuori!

A tal proposito, Scarlatti, in ambito di ricerche di educazione all'aperto rivolte ai bambini, scrive: "Le attività outdoor hanno un impatto positivo sulla loro salute e sul loro apprendimento, a partire da un miglioramento delle capacità di attenzione e di osservazione sino allo sviluppo di una maggior creatività e riduzione di problematiche comportamentali" (Scarlatti, 2020). Non solo, si tratta di sviluppare "la libertà-autonomia in relazione alla protezione-sicurezza; la costruzione dell'identità personale in relazione ai luoghi; la maturazione di competenze pro-sociali, di consapevolezza, di responsabilità in rapporto ai mondi reali e virtuali che, in proporzione variabile, influenzano ormai la vita di tutti noi" (Zanato Orlandini, 2012, p. 419 in Fiore & Baldassarre, 2022, p.142). Altro elemento che è emerso durante il confronto è stata l'importanza data all'osservazione, elemento essenziale per lo svolgimento dell'attività. È stata infatti l'interazione diretta con l'ambiente naturale l'elemento chiave che ha permesso agli alunni di apprendere. Senza di essa, l'apprendimento non sarebbe stato possibile, o meglio, si sarebbe limitato a una conoscenza solo teorica. Oltre all'apprendimento a diretto contatto con la natura, tale attività di osservazione aveva l'obiettivo anche di far assaporare da vicino la bellezza della natura e seguirne i suoi ritmi, ben diversi da quelli della società odierna senza dubbio più frenetica. A tal proposito, per esemplificare il concetto, riporto le parole scritte dal poeta gallese William Henry Davies. Credo che queste parole ben sottolineino quello che era il mio intento durante questa attività all'aperto, oltre a quelli sopra riportati più legati all'apprendimento:

> Che vita è mai questa se, tra mille pensieri, non abbiamo il tempo per fermarci a osservare? Né il tempo per sostare sotto i rami e contemplare a lungo, come pecore o mucche; né il tempo per vedere, passando nei boschi, gli scoiattoli nascondere le noci nell'erba; né il tempo per ammirare, in pieno giorno, ruscelli stellati, come cieli di notte; né il tempo per voltarci verso la Bellezza e guardare i suoi piedi leggiadri danzare; né il tempo per attendere che la sua bocca completi il sorriso partito dagli occhi? Povera è questa vita se, tra mille pensieri, non abbiamo il tempo per fermarci ad osservare (Davies, 1911).

Al rientro in classe, gli alunni sono stati divisi in piccoli gruppi, creati in maniera autonoma, ed hanno classificato gli elementi trovati in natura attraverso tabelle, mappe, schemi (vedi allegato 5). La classificazione, seguita poi dalla risoluzione di una parte del messaggio in codice lasciato da Busy Bee (vedi allegato 6), è stata fatta dagli alunni in maniera autonoma, senza che io fornissi loro suggerimenti, per osservare come procedevano nella classificazione. Durante la discussione collettiva, infatti, è emerso che due gruppi su tre avevano diviso semplicemente regno animale e vegetale, mentre un altro gruppo ha ulteriormente diviso il regno vegetale in piante e fiori (vedi figure 2.11-12). Non solo, il momento di confronto si è rivelato utile anche per comprendere se durante la ricerca era emerso qualcosa di diverso o simile rispetto alle aspettative precedenti.



PIANTE	ANIMALI
1 Castagni	1 Uccelli
2 Noci	2 Formiche
3 Frassino	3 Ragno
4 Edera	4 Mosche
5 Felce	5 Verme
6 Erba	6 Bruco verde
7 Bambu	7 Persone
8 Muschio	8 Moscerini
9 Ortiche	
10 Trifogli	
11 Melissa	
12 Alliaria	
13 Tarassaco	
14 Erba lucciola	
15 Radici	
16 Fiori	

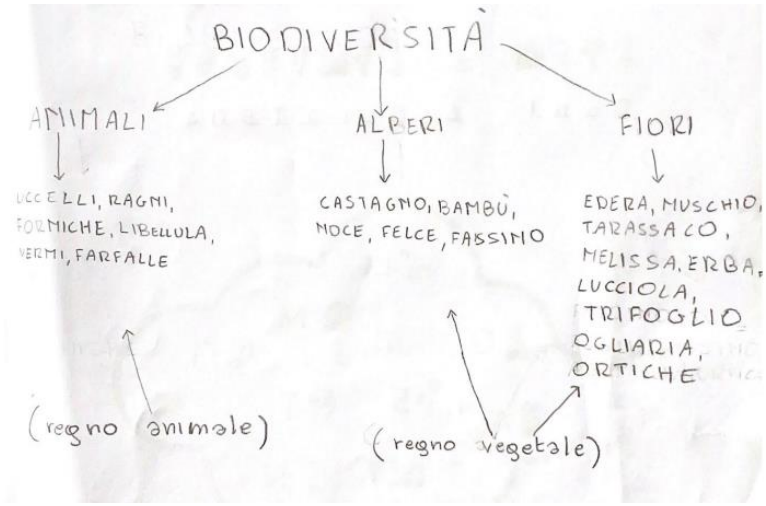
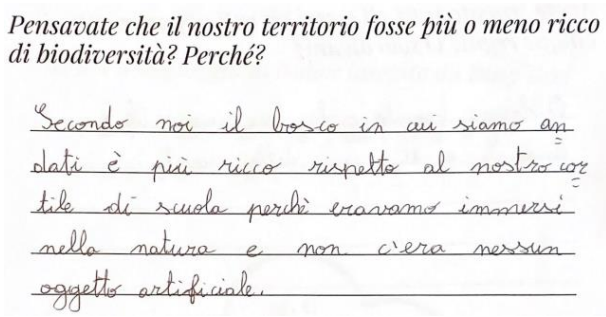


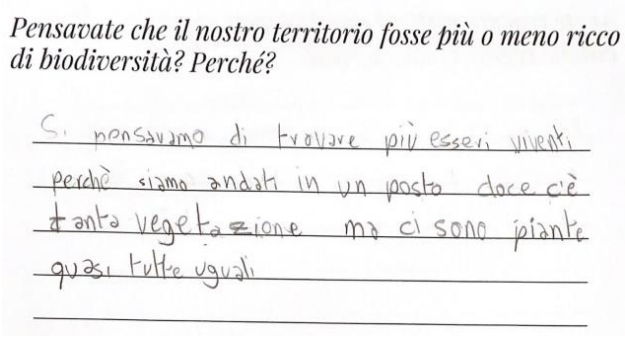
Figure 2.11-12: classificazione degli elementi trovati in natura fatti da due gruppi differenti

Successivamente alla realizzazione della tabella, ogni gruppo ha risposto a due domande specifiche (vedi allegati 7-8): "Avete trovato tutti gli esseri viventi appartenenti ai cinque regni? O solo alcuni?" e "Pensavate che il territorio fosse più o meno ricco di biodiversità? Perché?". Queste due domande, seguite da messaggi in codice lasciati dal personaggio mediatore, il cui messaggio riportava la seguente frase "Ogni ecosistema presenta una specifica biodiversità", ha permesso di soffermarsi anche sul concetto di ecosistema. Questi due quesiti, infatti, avevano come obiettivo quello di far riflettere gli alunni sul fatto che la biodiversità osservata nel bosco poteva essere solo quella e non un'altra, perché strettamente legata all'ecosistema presente, riflessione che è scaturita dai bambini stessi.



Pensavate che il nostro territorio fosse più o meno ricco di biodiversità? Perché?

Secondo noi il bosco in cui siamo andati è più ricco rispetto al nostro cortile di scuola perchè eravamo immersi nella natura e non c'era nessun oggetto artificiale.



Pensavate che il nostro territorio fosse più o meno ricco di biodiversità? Perché?

S. pensavamo di trovare più esseri viventi perchè siamo andati in un posto dove c'è tanta vegetazione ma ci sono piante quasi tutte uguali

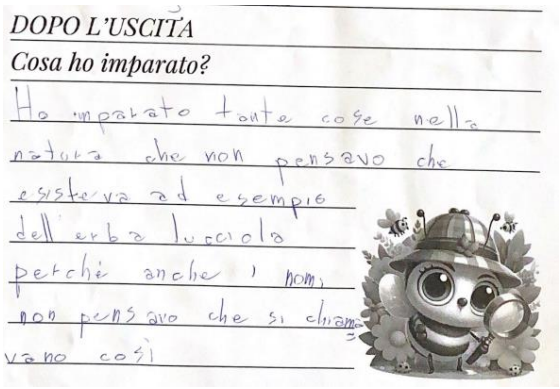
Figure 2.13-14: riflessioni sull'uscita

Dalle riflessioni sopra riportate dai bambini (vedi figure 2.13-14), si evince come una parte della classe si aspettasse di trovare maggiore varietà di organismi viventi, per via del fatto che l'attività è stata svolta in un bosco di castagni, mentre l'altra parte di classe ha ragionato effettuando un paragone con il cortile della scuola, luogo invece a bassa presenza di biodiversità, individuando i Castagneti come una zona ricca di organismi viventi diversificati.

Prima della conclusione, ho proiettato alla lavagna le varie immagini scattate durante l'uscita, al fine di ripercorrere visivamente le varie tappe effettuate, e con l'ausilio di Canva, strumento di progettazione grafica online, ho realizzato con i bambini una *moodboard* riepilogativa di tutto ciò che gli alunni avevano trovato durante l'uscita (vedi figura 2.15). Questo momento si è rivelato un'occasione anche per ampliare il lessico degli alunni in merito alle piante, dal momento che hanno appreso parole nuove, quali all'aria, erba lucciola, tarassaco, come ha riportato anche un'alunna sul suo diario di bordo (vedi figura 2.16). Tale confronto, inizialmente, non era previsto nella mia progettazione, ma l'interesse suscitato dagli alunni ha fatto sì che sia stata condotta anche una piccola ricerca online sulle varie piante trovate, elemento

che mi ha fatto riflettere sul desiderio che i bambini hanno nell'approfondire qualcosa che trovano interessante e sulla loro grande curiosità che li contraddistingue. A tal proposito, Cesare Pavese scriveva: "Lo stupore è la molla di ogni scoperta. Infatti, essa è commozione davanti all'irrazionale" (Danieli & Messina, 2023, p.63). Ciò sottolinea quanto lo stupore e la curiosità siano la forza motrice dell'apprendimento, poiché implicano la volontà dei bambini ad apprendere, scoprire, esplorare in maniera spontanea e naturale, senza imposizioni.

Figura 2.15: moodboard sulla biodiversità


DOPO L'USCITA

Cosa ho imparato?

Ho imparato tante cose nella natura che non pensavo che esisteva ad esempio dell'erba luccicola perchè anche i nomi non pensavo che si chiamavano così

Figura 2.16: commento di un'alunna sul nuovo lessico appreso

Per concludere le attività del secondo incontro, ogni alunno ha compilato il diario di bordo (vedi allegato 9), appuntando le nozioni apprese ed effettuando un paragone tra ciò che essi già sapevano prima dell'uscita sul campo e ciò che invece avevano appreso dopo aver svolto il gioco del *bio-detective*. Questa attività di compilazione del diario di bordo è stata proposta alla fine di ogni incontro, al fine di avere un rimando continuo di quanto appreso dagli alunni.

Terzo incontro: rischi legati alla perdita della biodiversità – minacce alla biodiversità

Il terzo incontro si propone di indagare i rischi legati alla perdita della biodiversità. Per veicolare tali tematiche, di fondamentale importanza al fine di comprendere la biodiversità nelle sue varie sfaccettature, ho proposto loro varie attività.

La prima attività ha riguardato una riflessione condotta a partire da due foto scattate presso i Castagneti, località nella quale abbiamo svolta la lezione *outdoor*. Le prime due foto risalgono agli anni Cinquanta (vedi figure 2.17-18), mentre la terza e la quarta sono dei giorni nostri (vedi figure 2.19-20).

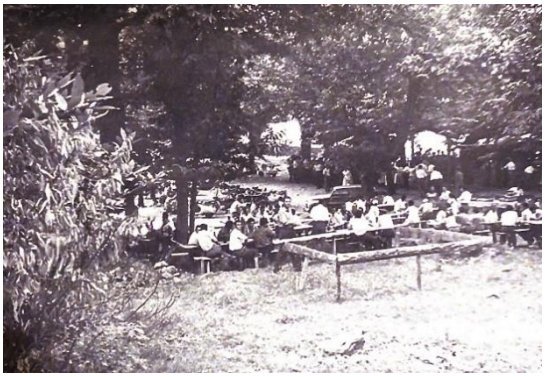
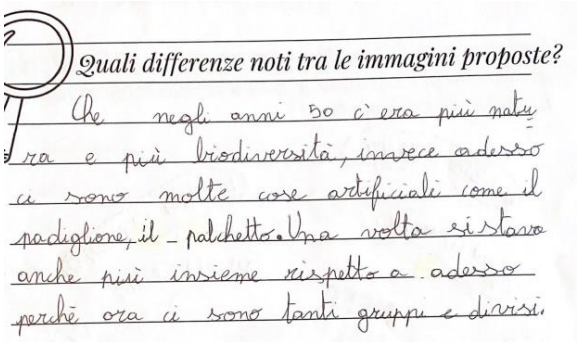


Figure 2.17-18: fotografie scattate presso i Castagneti negli anni 50

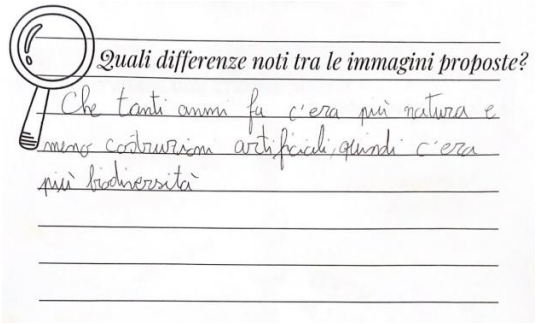
Figure 2.19-20: fotografie scattate presso i Castagneti dei giorni nostri

Dopo l'osservazione delle varie immagini proiettate alla lavagna interattiva multimediale, ho chiesto loro, prima verbalmente e poi per iscritto (vedi allegato 10), di ragionare sulle differenze che vi sono tra le fotografie e di ipotizzare la motivazione del perché la zona è cambiata nel tempo. Questo tipo di attività è stata scelta per introdurre il tema delle minacce alla

biodiversità non in maniera frontale, attraverso la lettura di alcune pagine dai manuali scolastici come spesso accade nella didattica classica, che presuppone la presenza di alunni come recettori passivi di informazioni e l'insegnante come dispensatore di conoscenze, ma facendo sì che fossero gli alunni stessi ad avanzare delle proposte a partire dal loro personale bagaglio di conoscenze, promuovendo così una didattica per scoperta, oltre che essere una strategia utile anche per me a monitorare i loro apprendimenti attraverso una valutazione in itinere. A tal proposito, gli alunni hanno subito riscontrato le principali differenze (vedi figure 2.21-22), soffermandosi però solo ad esse e non avanzando ancora proposte sul perché ci fossero, elemento che ho utilizzato per avviare la discussione collettiva e che è stato centrale anche nell'attività successiva, che descriverò di seguito.


Quali differenze noti tra le immagini proposte?

Che negli anni 50 c'era più natura e più biodiversità, invece adesso ci sono molte cose artificiali come il padiglione, il palchetto. Una volta si stava anche più insieme rispetto a adesso perchè ora ci sono tanti gruppi e divisi.


Quali differenze noti tra le immagini proposte?

Che tanti anni fa c'era più natura e meno costruzioni artificiali, quindi c'era più biodiversità

Figure 2.21-22: riflessioni sulle differenze riscontrate tra le fotografie

La seconda attività, invece, è stata di tipo ludico. Per approfondire le cause che mettono a rischio la biodiversità, ho proposto al gruppo classe, tramite la lettura di un messaggio lasciato da Busy Bee (vedi allegato 11), una caccia al tesoro, sostenendo che il gioco sia a tutti gli effetti un potente strumento per l'apprendimento. A tal proposito, si riportano le seguenti

parole a sostegno della tesi da me avanzata, che sottolineano lo stretto legame tra gioco ed apprendimento:

> Play lets children engage in extended interactions that build oral language, imagination, critical thinking, and social skills. Recent evidence suggests that, at least for some skills, playful learning is more effective for producing student learning than direct instruction (Bowdon, 2015, para.1).

Per il gioco, la classe è stata divisa in tre gruppi, creati per livello e non in maniera eterogenea, come spesso accaduto nelle altre attività di gruppo. In tal caso, la scelta dell'omogeneità è stata suggeritami dall'insegnante di classe, al fine di far lavorare tutti gli alunni con un profilo di apprendimento simile assieme. Successivamente alla divisione in gruppo, ho spiegato agli alunni le regole del gioco:

- Ogni gruppo deve cercare, in ordine da 1 a 6, gli indizi (vedi allegato 12) nascosti all'interno della scuola.
- Ogni indizio è sempre accompagnato da un'immagine o un piccolo testo (vedi allegato 13) da osservare oppure leggere e a partire dal quale ogni gruppo deve appuntarsi alcuni spunti per iniziare a comprendere quali possono essere le possibili minacce alla biodiversità.
- Tutti gli alunni di ogni gruppo devono collaborare tra loro, dividendosi le mansioni all'interno della squadra (alunno che legge, alunno che scrive, alunno che pone le domande ecc.).
- La caccia al tesoro termina in palestra, dove c'è un'ultima prova da superare, in cui le squadre si sfidano tra di loro per classificare gli indizi trovati secondo criteri che deve stabilire la squadra stessa (per immagini, per argomenti…).

Confrontandomi con l'insegnante, l'idea di creare la caccia al tesoro è risultata quella vincente, poiché si trattava di tematiche complesse, difficili da comprendere se spiegate frontalmente in aula. In questo modo, al contrario, gli alunni sono stati prima di tutto mossi a completare le prove e poi aiutandosi l'un l'altro hanno potuto apprendere in maniera più efficace. In particolare, gli indizi che ho fornito alle squadre erano organizzati per categorie, da me create, ognuna delle quali rappresentava una delle cause della perdita di biodiversità:

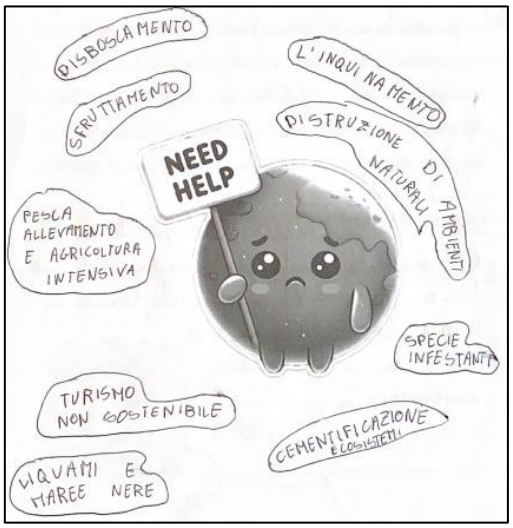
- Distruzione degli ambienti naturali (cementificazione degli ecosistemi, scomparsa delle zone umide, deforestazione)
- Sfruttamento e inquinamento (pesca non sostenibile, agricoltura e allevamento intensivo, inquinamento agricolo, liquami e maree nere)
- Specie infestanti

- Turismo non sostenibile

Per creare queste categorie e fornire materiale di facile comprensione per alunni di dieci anni mi sono ispirata alle pagine di due libri in particolare: *La biodiversità a piccoli passi* e *Lo sviluppo ecosostenibile a piccoli passi*, entrambi di Catherine Stern.

Una volta conclusa la caccia al tesoro, e arrivati quindi in palestra, ho spiegato loro come effettuare l'ultima prova. Con tutti gli indizi trovati, ogni squadra ho dovuto cercare di classificare il materiale raccolto, attività che non è risultata subito così semplice. Infatti, il mio compito è stato quello di aiutare ogni squadra a riflettere sulla disposizione degli indizi secondo una logica, elemento che poi mi ha portato a unire le tre squadre e a fare una riflessione collettiva. Prima di procedere alla classificazione, ho chiesto loro di spiegare ai compagni le informazioni contenute negli indizi, poi, tutti assieme li abbiamo disposti per categorie (vedi figura 2.23), decidendo poi di fornire io i titoli delle categorie (distruzione degli ambienti naturali, specie infestanti, sfruttamento e inquinamento e turismo non sostenibile), elemento che è risultato poi più efficace ai fini della comprensione dell'attività.

Figura 2.23: i bambini dispongono gli indizi nelle varie categorie



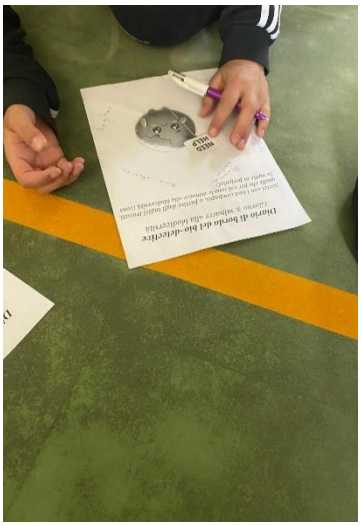


Figure 2.24-25: appunti degli alunni sulle minacce alla biodiversità

Successivamente, ho chiesto loro di riunirsi nelle tre squadre e di appuntarsi su una scheda da me preparata (vedi allegato 14) tutto ciò che avevano appreso circa gli elementi che minacciano la biodiversità sul nostro pianeta (vedi figure 2.24-25).

Finita l'attività in palestra, siamo tornati in aula, e come di consueto alla fine di ogni incontro, gli alunni hanno compilato il loro diario di bordo, momento che ho ritenuto sempre importante poiché è stato utile ad ogni alunno per prendersi del tempo per sé per riflettere sulle varie attività e provare a scrivere le sue impressioni, nuove scoperte, anche dubbi e perplessità su quanto svolto in aula. Successivamente, hanno risolto un piccolo enigma che prevedeva la decifrazione di un messaggio in codice, per scoprire nuovi elementi circa l'indiziato da scartare. Il terzo incontro forniva il seguente indizio (vedi allegato 15): "Il sospettato è eucariota", elemento che ha permesso agli alunni di togliere dalla lista dei colpevoli, oltre a Miss Plant e Miss Ameba già escluse sulla base degli indizi precedenti, anche Mr Bacterium, essendo i batteri appartenenti al regno dei procarioti. Gli indizi che ho fornito loro, per quanto con prove diverse, come il primo che prevedeva la risoluzione di un anagramma (vedi allegato 16), e il secondo che chiedeva ai bambini di svolgere il gioco dell'impiccato (vedi allegato 17), hanno sempre riguardato tematiche scientifiche, al fine di ampliare anche il loro bagaglio di conoscenze in ambito scientifico (per esempio la differenza tra eucariota e procariota e tra autotrofo e eterotrofo).

Quarto incontro (salvaguardia della biodiversità – buone pratiche)

Il quarto ed ultimo incontro ha avuto come obiettivo quello di lavorare assieme sulle possibili azioni per salvaguardare la biodiversità. Dopo aver infatti compreso che cos'è e quali sono le cause che la mettono in pericolo, ho deciso di soffermarmi su ciò che possiamo fare tutti noi, anche partendo da piccoli gesti, per poter salvare il Pianeta, essendo i bambini di oggi la generazione del futuro. Per fare questo, ho previsto due attività, entrambe di gruppo. La prima consisteva nella creazione di un acrostico, e la seconda nella realizzazione di un volantino.

Nel primo caso, la classe è stata divisa in tre gruppi, creati secondo criteri di eterogeneità, e ciascun gruppo di lavoro ha dovuto realizzare un acrostico (vedi allegato 18), ossia un gioco di parole in cui, a partire da una parola centrale posta in verticale, in questo caso "biodiversità", i bambini hanno dovuto scrivere alcune buone azioni per preservare l'ambiente, elaborate dopo un confronto prima con il singolo gruppo e poi con l'intera classe, utilizzando le lettere della parola, come iniziale, finale o parte integrante del termine. Si riportano di seguito alcuni dei lavori realizzati dai bambini (figure 2.26-27).

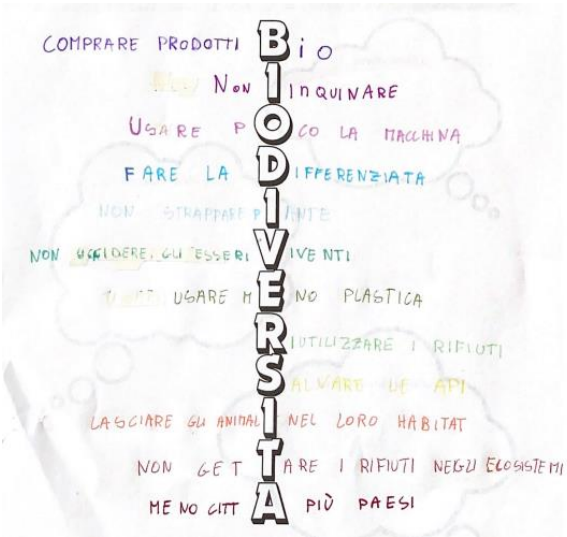


Figure 2.26-27: acrostici realizzati dai bambini

Questa attività è stata proposta per stimolare la creatività negli alunni, offrendo loro la possibilità di potersi esprimere in una maniera differente, sicuramente originale!

Nel secondo caso, sempre con la stessa suddivisione dei gruppi, gli alunni hanno lavorato alla creazione di un volantino, il cui obiettivo era quello di sensibilizzare alunni e compagni della scuola al rispetto della biodiversità, cercando di illustrare anche a chi non conosceva il tema tutti gli aspetti essenziali. Per farlo, gli alunni hanno riflettuto su tutti e quattro gli incontri svolti assieme, al fine di reperire tutte le nozioni principali, dalla comprensione di che cos'è la biodiversità, al come la si individua in natura, alle cause che la mettono in pericolo, fino a comprendere quali sono gli atteggiamenti che tutti noi possiamo mettere in campo per preservarla. Prima di passare alla realizzazione vera e propria, abbiamo riflettuto assieme sulle caratteristiche da tenere a mente per la creazione di un volantino, quali:

- Individuare il target, ossia a chi ci si vuole rivolgere;
- Identificare un titolo non troppo lungo e ben visibile
- Riflettere sul messaggio che si vuole comunicare
- Inserire immagini chiare ed esplicative

Ogni gruppo ha quindi dato libero sfogo alla creatività e alla fantasia e, con l'utilizzo di immagini, disegni, scritte, ha realizzato un proprio elaborato, dal volantino al dépliant.

Prima di fornire alla classe l'ultima scheda, ho consegnato ai bambini l'ultimo indizio, attraverso il quale hanno potuto scartare dalla lista dei sospettati anche Mr Fungus, arrivando così a identificare il colpevole: l'essere umano. Restando ormai solo più due indiziati, i bambini avevano ormai compreso, anche grazie alle varie attività svolte, che siamo noi a mettere in pericolo con le nostre stesse azioni il mondo che ci circonda, elemento dal quale è poi scaturita una riflessione collettiva che si è soffermata su tutti i comportamenti e gesti che nel nostro piccolo possiamo fare per iniziare a invertire la rotta e garantire il benessere del Pianeta. A tal proposito, ho fornito loro una frase di Andy Warhol che nella sua semplicità sottolinea ciò che in questi incontri ho voluto veicolare loro, come il fascino della natura e del nostro Pianeta e l'impegno che tutti noi dobbiamo avere nel preservarlo. Il pittore, sceneggiatore e attore statunitense, a questo riguardo, scrive le seguenti parole: "Credo che avere la Terra e non rovinarla sia la più bella forma d'arte che si possa desiderare".

A conclusione dell'intero percorso, ho fornito ad ogni bambino l'attestato del bio-detective (vedi figura 2.28) e ho creato per ognuno di loro una scheda (vedi allegato 19) nella quale ogni alunno ha riportato tre parole chiave, due cose che ha imparato e un'attività che gli è piaciuta di più, facendo riferimento all'interno progetto e al percorso svolto.

Figura 2.28: attestato del bio-detective

Il "3-2-1" è una tipologia di valutazione (Greenstein, 2010, p. 172) con la quale far riflettere sugli studenti a proposito dei loro apprendimenti, in cui generalmente si chiede loro di esplicitare 3 concetti chiavi, 2 nuove idee e 1 domanda. A partire da un bilancio dei risultati, si riscontra che tra le parole chiave che i bambini hanno memorizzato maggiormente, vi sono le seguenti (vedi figura 2.29):

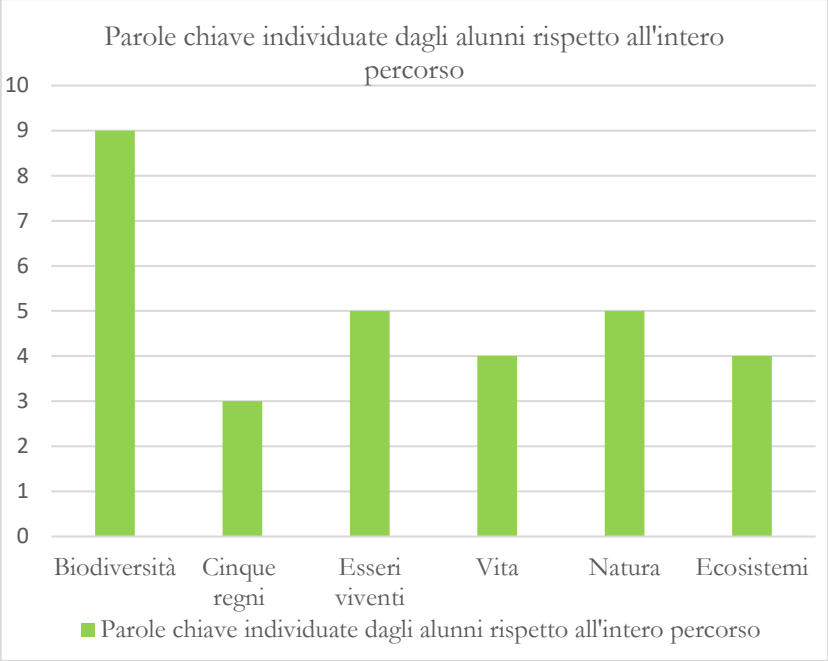
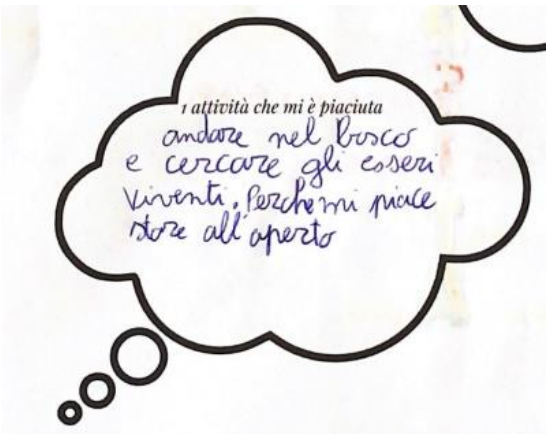


Figura 2.29: grafico sulle parole chiave individuate dai bambini alla fine del percorso

Il grafico sopra riportato illustra come il lessico posseduto alla fine dei quattro incontri sia prima di tutto coerente con il tema proposto e si sia anche ampliato rispetto all'inizio del progetto, avendo ora gli alunni un bagaglio di conoscenze più ricco ed ampio rispetto all'inizio, quando questi termini ancora non li conoscevano, oppure li avevano solo sentiti sporadicamente ma senza conoscerne il vero significato e utilizzarli in un discorso coerente. Quanto alle due nuove cose apprese, la maggior parte della classe afferma di aver compreso che cos'è la biodiversità, fornendo una definizione di essa, e di aver compreso la sua importanza per il Pianeta. Infine, per quanto riguarda l'attività che hanno apprezzato maggiormente, i risultati della classe si dividono a metà tra l'attività outdoor presso i Castagneti e la caccia al tesoro (figura 2.30).

Figura 2.30: attività che i bambini hanno preferito durante l'intero percorso

Nel primo caso, gli alunni affermano di aver apprezzato l'attività di *bio-detective* all'aperto sia perché amano stare a contatto con la natura, sia perché hanno trovato interessante il modo di imparare direttamente sul campo e anche perché piace loro stare all'aria aperta, come affermano i loro pensieri che riporto di seguito (figure 2.31-32-33).



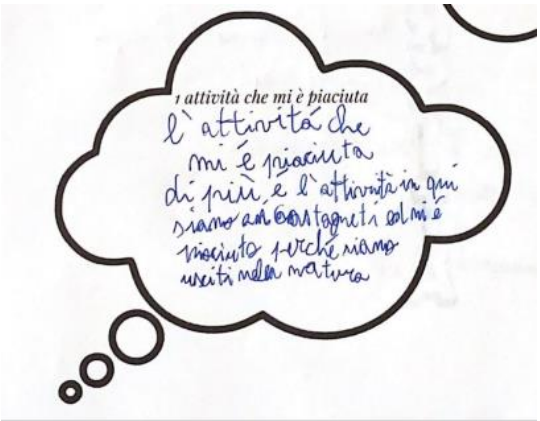


Figure 2.31-32-33: riflessioni dei bambini sull'apprezzamento dell'attività outdoor

Nel secondo caso, invece, gli alunni hanno apprezzato la caccia al tesoro principalmente per il suo carattere ludico e per il fatto di aver proceduto come veri *detective*, alla ricerca di indizi e alla risoluzione di enigmi, utilizzando il gioco come fonte di apprendimento e ragionamento (figura 2.34).

Figura 2.34: riflessione di un'alunna

2.4 Biofilia, natura, bambino

In questo sottocapitolo desidero mettere in luce due tematiche che hanno fatto da filo rosso nelle mie attività di sperimentazione: da un lato il concetto di biofilia, dall'altro il legame tra natura e bambino e tutte le potenzialità che

dietro ad esso si celano, come l'importanza del contatto diretto con la natura per l'apprendimento. Questi elementi sono emersi sia a priori durante la mia fase di progettazione delle attività, che a posteriori, confermati dai feedback degli alunni sulle attività svolte.

Per quanto riguarda il concetto di biofilia, è utile rifarsi al greco antico per comprenderne il significato, che è "amore per la vita". Questo termine è stato inizialmente coniato dallo psicologo tedesco Erich Fromm nel 1964 per indicare la nostra interiore pulsione di vita, e poi da Edward O.Wilson, biologo statunitense. Quest'ultimo, nel 1984, con il concetto di biofilia vuole indicare il nostro legame con la biosfera. In particolare, egli vuole definire la nostra innata tendenza a concentrare la nostra attenzione sulle forme di vita e su tutto ciò che le ricorda, e in alcuni circostanze, ad affiliarvisi emotivamente (Barbiero, 2017). Egli ha esplorato come la nostra inclinazione a focalizzarci sulla vita e sui processi vitali possa essere un bisogno biologico, essenziale per il nostro sviluppo sia come individui sia come specie (Kellert & Wilson, 1995). Per discutere di biofilia è quindi essenziale mantenere una doppia prospettiva, come descritto in precedenza dai due biologi: ontogenetica e filogenetica. In particolare, essa ha due costrutti fondamentali (Wilson, 2022, in Venturella & Barbiero, p. 132): la fascinazione e l'affiliazione. Nel primo caso si tratta del potere della natura di spostare l'attenzione, un'attenzione involontaria, che non richiede sforzo per poter essere mantenuta. È questo il motivo per cui la natura ha un effetto rigenerativo dopo una fatica mentale, poiché essa fa sì che l'attenzione diretta possa riposare. La fascinazione della natura si manifesta attraverso un meccanismo *bottom-up* ed è paragonabile a un "rapimento di un abile cantastorie, capace di affascinare con le immagini create dal suo racconto" (Venturella & Barbiero, 2021, p. 52). Nel secondo caso, quello relativo all'affiliazione, esso consiste nella connessione con la natura, nel "sentirsi affettivamente legato a qualche forma di vita" (Venturella & Barbiero, 2021, p.52). Si tratta in questo secondo caso di una disponibilità da parte di ogni essere umano a desiderare la relazione con una creatura non umana: gli esseri umani tendono a creare legami affettivi con creature di specie diverse, specie con gli animali domestici, poiché questo implica un recupero dagli stati di stress (Venturella & Barbiero, 2021). Può allora essere lecito chiedersi perché associare il concetto di biofilia a quello della scuola? Nella società attuale, fortemente legata al mondo artificiale e sempre meno a quello naturale, c'è il rischio che questa predisposizione innata, come afferma Barbiero (2017) nel suo libro "Ecologia affettiva", non riceva più stimoli adeguati per potersi sviluppare. A tal proposito il compito della scuola è anche questo, quello di poter fornire agli alunni gli stimoli necessari poiché "la biofilia è innata, ma non è istintiva. Essa va stimolata e educata (Barbiero

G., Berto R., 2016), esattamente come tutte le competenze presenti nelle Indicazioni Nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione. La biofilia potrebbe persino essere proposta come la nona competenza chiave di cittadinanza, secondo il Consiglio d'Europa" (Venturella & Barbiero, p. 51-52). Si rivela dunque fondamentale da parte della scuola "un contatto con la Natura continuativo e duraturo nel tempo" poiché esso "permette di stabilire un'affiliazione con la Natura più profonda (Barbiero, 2017) e pone le basi per un comportamento pro-ambientale negli adulti" (Venturella & Barbiero, 2021, p. 57). È proprio su quest'ultimo punto che il mio progetto ha cercato di svilupparsi, pur nel suo ridotto tempo a disposizione: stabilire una connessione profonda con l'ambiente che ci circonda al fine di influenzare positivamente il comportamento degli alunni, portandoli ora e nel futuro prossimo ad adottare atteggiamenti e azioni più rispettosi dell'ambiente. Sempre a questo proposito, però, Barbiero scrive le seguenti parole: "essere a conoscenza dei problemi generati dalle nostre cattive abitudini non è sempre sufficiente per cambiarle. Bisogna considerare le motivazioni che rendono spontaneo un certo cattivo comportamento" (Barbiero, 2017, p. 12). È stato proprio a partire da queste riflessioni che si è orientata la mia azione didattica: riflettere sulle motivazioni che spingono ad un particolare comportamento, essere consapevoli di ciò che si sta facendo al fine di "non solo risolvere i problemi ambientali, ma di costruire una nuova alleanza, una simbiosi mutualistica con Gaia" (Barbiero, 2017, p.206).

D'altro canto, l'intenzione di includere all'interno del progetto un'attività outdoor non è casuale: non si tratta solo di offrire ai bambini un'esperienza diversa, "fuori dal comune" rispetto a ciò che solitamente sono abituati a fare all'interno delle mura scolastiche, ma di credere fortemente nelle potenzialità insite nel legame tra bambino e natura. A tal proposito, diversi sono i benefici che traggono su di loro i bambini (Schenetti et al., 2015):

- Benefici psicofisici, come la promozione della salute, l'aumento di concentramento, rilassamento, minor ansia e gestione dello stress, miglior sviluppo psicologico, cognitivo e relazionale…;
- Benefici relativi all'apprendimento, quali lo sviluppo nelle abilità di *problem solving*, l'aumento dell'autonomia, l'arricchimento dell'intelligenza naturalistica, del pensiero divergente…;
- Benefici nell'ambito della socializzazione e interazione, sia con altri bambini che con le figure educative ma anche e soprattutto con la natura e l'ambiente, sviluppando una sensibilità spiccata nel rispetto e la tutela dell'ambiente.

È inoltre interessante sottolineare che a trarre benefici non sono soltanto gli alunni, ma anche gli insegnanti stessi. Quando educatori e insegnanti

vivono tali esperienze, "si innesca una spirale creativa che arricchisce, amplia e sostiene la relazione educativa" (Schenetti et al., 2015, p.157).

Oltre agli aspetti sopra citati, credo che un altro dono che la natura ci offre, nel fare esperienze all'aperto, sia riassaporare il valore della lentezza, della calma e della tranquillità, elementi che ai giorni nostri sembrano essere ormai dimenticati. A tal proposito riporto le parole di Kornfield che ben esemplificano tale concetto: "In una società che è quasi giunta a chiederci di vivere col piede sull'acceleratore, la velocità e le altre forme di dipendenza ci istupidiscono a tal punto da renderci insensibili al nostro sentire. In tali condizioni, ci risulta praticamente impossibile abitare il corpo e restare in contatto con il cuore. Figurarsi mantenere il contatto con l'altro e con la terra" (Kornfield, 2023, p. 207). Tale citazione permette di comprendere quanto sia necessario riflettere sull'importanza di rallentare e ritrovare un equilibrio che permetta di vivere in maniera più consapevole e credo che il contatto con la natura possa permettere di sviluppare tali capacità nei bambini. È proprio la natura che ci consente di riscoprire tale piacere attraverso una passeggiata nel bosco, l'ascolto del cinguettio degli uccelli, il meravigliarsi per una foglia che cade o per un fiore appena sbocciata.

Nonostante il breve periodo e la portata limitata della mia sperimentazione, ho cercato di veicolare tutti i concetti sopra citati, riscontrando feedback positivi dai bambini stessi che si sono dimostrati affascinati dalla natura e anche colpiti da quanto la natura sia stato il canale per eccellenza che ha consentito loro di apprendere più facilmente il concetto di biodiversità, che nella prima lezione avevo soltanto introdotto in classe. Credo fermamente che l'insegnamento sia proprio questo: piantare anche solo un piccolo seme può fare la differenza nel far crescere i bambini più consapevoli. In questo caso, attraverso esperienze semplici e dirette con la natura ma anche sulla natura in classe, i bambini possono sviluppare una maggiore sensibilità e comprensione del mondo che li circonda. Questi piccoli gesti possono essere l'inizio di un percorso di apprendimento e consapevolezza che accompagnerà ognuno di loro anche al di fuori delle mura scolastiche. È bene tenere a mente che in qualità di insegnanti, soprattutto considerate la crisi che il nostro Pianeta Terra sta vivendo, abbiamo un ruolo fondamentale nel veicolare tali concetti, che molte volte si scontrano con ciò che la gente pensa ai giorni nostri. Si tratta di "prendere coscienza della crisi ambientale, ripensare ai comportamenti che l'uomo ha consolidato nella vita quotidiana e che l'hanno portato a considerare la natura come un oggetto, un bene inesauribile" (Schenetti et al., 2015, p. 222).

2.5 Bilancio finale

Sperimentare il progetto "*Biodiverstiy detectives*" a scuola è stata senza dubbio un'esperienza estremamente interessante e arricchente sotto vari punti di vista, in qualità di futura insegnante ma anche come persona.

Anzitutto, presentare questo progetto ad un gruppo classe mi ha permesso di sperimentare sul campo ciò che significa esercitare la professionalità docente, con tutto ciò che dietro ad essa si cela: programmare le attività in modo che le tematiche veicolate siano di facile comprensione agli alunni, variare l'azione didattica in termini di strumenti e metodologie, essere flessibili nella propria progettazione, ma anche tenere a mente i differenti bisogni degli alunni in modo da mettere in atto una didattica differenziata che tenga conto del singolo alunno come elemento unico ed irripetibile, nonché i loro interessi e le loro curiosità. A questo proposito, lo stesso Pennac sottolineava: "Ogni studente suona il suo strumento, non c'è niente da fare. La cosa difficile è conoscere bene i nostri musicisti e trovare l'armonia. Una buona classe non è un reggimento che marcia al passo, è un'orchestra che prova la stessa sinfonia" (Pennac, 2008 in Falcinelli et al., 2016, p.244), ribadendo ancora una volta quanto la classe sia un insieme eterogeneo di persone che l'insegnante deve tenere conto nella sua azione didattica per promuovere il successo formativo del singolo. Ciò che però ha differenziato la normale pratica di un insegnante, che sempre deve tenere conto degli elementi sopra citati, con quanto sperimentato durante questo progetto è stato il mettere in atto la pratica della ricerca-azione. Si tratta di un approccio metodologico che trova le sue radici nel lavoro condotto dallo psicologo tedesco Kurt Lewin e che consente "un modo di operare che unisce la teoria e la prassi in unico insieme: le idee-in-azione" (Kemmis e McTaggart, 1989 in Dodman, 2000, p.2). Tale approccio permette all'insegnante di raggiungere una maggiore consapevolezza professionale (Dodman, 2000). Infatti, tale metodologia presuppone:

- "La riflessione sui contenuti che si propongono e le azioni che si intraprendono;
- Lo sviluppo della consapevolezza riguardo ai presupposti che stanno alla base della propria prassi e del proprio modo di ragionare e interpretare situazioni ed eventi;
- La messa in discussione della validità e dell'efficacia della prassi, e l'elaborazione di nuovi contenuti e nuove azioni;
- La verifica della messa in pratica di ciò che è stato elaborato, la valutazione degli esiti dei cambiamenti effettuati, e le decisioni sulle azioni successive" (Dodman, 2000, p. 1).

Nella mia sperimentazione ho dunque alternato fasi di riflessione, di pianificazione, azione e osservazione di quanto svolto dagli alunni. In

particolare, la linea guida che ho seguito per l'impostazione delle attività per ognuno dei quattro incontri svolti con gli alunni si è focalizzato su diverse domande (Merrit, 1980, in Dodman, 2000):

- Che cosa hanno realmente fatto gli studenti?
- Che cosa hanno imparato?
- Che cosa ho fatto io?
- Che cosa ho imparato?
- Che cosa ho intenzione di fare adesso?

Questo tipo di approccio mi ha permesso di sperimentare a pieno titolo quanto siano importanti l'osservazione e la documentazione dell'andamento del lavoro svolto in classe, puntando costantemente a migliorare entrambi questi due elementi. Questo è fondamentale poiché "una costante raccolta di dati inevitabilmente porta alla capacità di vedere e sentire più cose, e a migliorare la propria capacità sia di agire che di riflettere sulla qualità ed efficacia di tale azione" (Dodman, 2000, p.7). Non solo, si rivelano poi di fondamentale valore la flessibilità nella propria azione didattica e il comprendere che "la propria capacità di percepire e analizzare diversi aspetti della propria azione è strettamente connessa all'abilità di concepire alternative o opzioni per il cambiamento" (Dodman, 2000, p.8), senza rimanere entro canali rigidi preimpostati dall'insegnante. Proprio per questo motivo, "l'unico modo di rispondere a queste domande è stato di tradurle in azione e di osservare e riflettere alle conseguenze" (Dodman, 2000, p. 8-9)

Oltre a sperimentare la figura di ricercatrice in azione, altro punto di forza è stato per me poter portare in classe un argomento al quale sono particolarmente affascinata: tutto ciò riguarda il mondo naturale e ciò che dietro ad esso si cela. Ritengo che seguire le proprie passioni anche nel mondo lavorativo porti ad una maggior motivazione e soddisfazione personale, oltre che professionale. Unire il mio interesse per la natura, nonché le mie esperienze e conoscenze in questo settore maturate nel corso degli anni, ad una causa estremamente importante come la lotta per la biodiversità, e poter trasmettere tutto ciò agli alunni di oggi, e inoltre cittadini del futuro, è stato appagante. Dodman, sempre nell'ambito dei suoi studi sulla ricerca-azione, evidenzia a tal proposito:

> Una caratteristica della ricerca-azione è il tentativo da parte dell'insegnante di liberarsi dal ruolo di chi mette in pratica la teoria elaborata da ricercatori esperti. […] La pratica, invece di essere soltanto l'applicazione della teoria, diventa qualcosa che si fonda sulle

> proprie conoscenze ed esperienze, che promuove una riflessione sui processi di apprendimento e sugli individui che partecipano a tali processi (Dodman, 2000, p. 2).

Infine, ciò che ho apprezzato è stato lo scambio bidirezionale di idee: non solo io in qualità di insegnante ho potuto veicolare agli alunni tematiche nuove, ma sono stati loro stessi, grazie alla loro curiosità innata, ad insegnarmi a vedere il mondo che ci circonda attraverso diverse prospettive. A tal proposito, il filosofo Joseph Joubert diceva: "Insegnare è imparare due volte", sottolineando come l'atto dell'insegnare non solo permette di trasmettere conoscenza ma consente anche di apprendere attraverso l'interazione con i propri allievi. Non solo, condurre una ricerca-azione significa partecipare

> a pieno titolo ai processi che sono l'oggetto stesso della ricerca. Non esiste la pretesa di distaccarsi da tali processi. Non si cerca di escludere dalla ricerca anche le proprie emozioni, i propri pregiudizi, o qualunque altro aspetto del proprio sé, dato che tutto forma una parte essenziale di quanto ricercato (Dodman, 2000, p.2).

Complessivamente posso quindi ritenermi soddisfatta di questa esperienza arricchente che mi ha fatto comprendere quanto sia importante mettersi in discussione costantemente, riflettendo di continuo sul proprio operato, e abbracciare il cambiamento come parte integrante del processo educativo. Interessante, a tal proposito, il focus che Dodman fa sulle origini etimologiche del verbo riflettere, dal latino *re-flectere*. Questo verbo latino "ci suggerisce l'idea di qualcosa che ripiega su stesso. È questa l'operazione della mente che riflette, ripiegandosi per fare delle proprie percezioni e comprensioni, dei propri modi di concepire e ragionare, l'oggetto della sua attenzione. Il risultato è una maggiore consapevolezza di sé, che a sua volta costituisce il prerequisito essenziale per il cambiamento" (Dodman, 2000, p. 8). Questa interessante considerazione mi ricorda quanto sia fondamentale la pratica riflessiva nella professione dell'insegnante, elemento del quale ho tenuto a mente in questo progetto, e che sicuramente sarà pilastro anche nelle mie prossime e future esperienze nel mondo della scuola.

Bibliografia

Accademia della Crusca. (2014). L'elasticità di resilienza. https://accademiadellacrusca.it/it/consulenza/lelasticit%C3%A0-di-resilienza/928

Alamy. (n.d.). Zones of the ocean. https://www.alamy.it/foto-immagine-schema-in-sezione-trasversale-che-mostra-le-zone-dell-oceano-da-cima-a-fondo-epipelagic-mesopelagic-bathypelagic-abyssopelagic-e-hadalpelagic-103991535.html

Alparc. (n.d). Youth at the top. https://alparc.org/it/youth-at-the-top

Alparc. (n.d.). Le categorie delle aree protette. https://alparc.org/it/categorie-di-apa

Angelini, A., & Pizzuto, P. (2007). *Manuale di ecologia, sostenibilità ed educazione ambientale*. Franco Angeli.

Artemide. (2015). Specie opportuniste. https://www.artemidecaccia.it/?p=510

Bagliani, M., Ferlaino, F., & Procopio, S. (2001). *L'impronta ecologica: analisi regionale e settoriale*. Ires. https://www.researchgate.net/profile/Fiorenzo-Ferlaino/publication/239928864_L%27IMPRONTA_ECOLOGICA_ANALISI_REGIONALE_E_SETTORIALE/links/56d9a55708aee73df6cf5c72/LIMPRONTA-ECOLOGICA-ANALISI-REGIONALE-E-SETTORIALE.pdf

Bale, R. (2018). Exclusive: Illegal Tiger Trade Fed by "Tiger Farm", New Evidence Reveals. *National Geographic*. https://www.nationalgeographic.com/animals/article/wildlife-watch-news-captive-tiger-farms-trafficking-investigation-vietnam-laos

Barbiero, G. (2017). *Ecologia affettiva*. Mondadori.

Barbiero, G., & Berto, R. (2016). *Introduzione alla biofilia. La relazione con la Natura tra genetica e psicologia* (pp. 1-212). Carocci Editore.

Battisti, C. (2004). Frammentazione ambientale, connettività, reti ecologiche. *Provincia di Roma*, *278*, 2000-2010. http://static.cittametropolitanaroma.it/uploads/Frammentazione-ambientale-Connettivit%C3%A0-Reti-ecologiche.pdf

Berner, L.T. et al. (2020). Summer Warming explains widespread but not uniform greening in the Artic tundra biome, *Nature communications*, article n.4621. https://www.nature.com/articles/s41467-020-18479-5

Bocca, M. (2025). Il Parco Naturale Mont Avic. *Environnement. Ambiente e Territorio in Valle d'Aosta*.

https://www.regione.vda.it/gestione/riviweb/templates/aspx/environnement.aspx?pkArt=1476#:~:text=studiare%20e%20monitorare%20gli%20aspetti%20biotici%20ed%20abiotici%3B&text=diffondere%20la%20conoscenza%20del%20Parco,pratiche%20di%20gestione%20dell'ambiente%3B&text=promuovere%20le%20attivit%C3%A0%20produttive%20compatibili%20con%20la%20conservazione%20della%20natura.

Bortolotti, L. (2019). Api e impollinazione: L'importanza della biodiversità per la produzione agricola e la conservazione degli ecosistemi. *Natura bresciana: annuario del Museo Civico di Storia Naturale di Brescia*, (42), 73-84. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7295164

Bressa, R. (2023). *Trafficanti di natura.* Codice edizioni.

Brondi, B. (1996). Ecologia dei sistemi ambientali: ruolo dei corridoi ecologici. (Doctoral dissertation, Politecnico di Torino). https://webthesis.biblio.polito.it/secure/5410/1/BrondiB_IT.pdf

Buiatti, M. (2007). *La biodiversità*. Il Mulino editore.

Campantico, M.G., & Varrone, B. (2024). Tenersi a distanza dai tipping point: un modello matematico per misurare la resilienza degli ecosistemi proposto da Camilla Sguotti di Uunipd https://www.agenda17.it/2024/07/11/tenersi-a-distanza-dai-tipping-point-un-modello-matematico-per-misurare-la-resilienza-degli-ecosistemi-proposto-da-camilla-sguotti-di-unipd/

Carson, R. (2020). Brevi Lezioni di meraviglia. Aboca.

Cavazzuti, C., & Damiano, D. (2019). *Biologia*. Zanichelli editore. https://online.scuola.zanichelli.it/cavazzutiterrabiologia3ed-files/powerpoint/Cavazzuti_powerpoint_52075_c13.pdf

Cecchi, G., & Mancini, L. (2005). Salute degli ecosistemi e salute umana. *Annali-Istituto Superiore di Sanita*, *41*(3), 271. https://www.iss.it/documents/20126/997342/1+Cecchi.1139579040.pdf/ffdb59f9-b7a2-58b9-e12f-4258cf0dae66?t=1576433480638

Chaussod, S., Tonetti, R., & Vivoli, F.S. (n.d). STRATEGIA DI SVILUPPO SOSTENIBILE DELLA VALLE D'AOSTA 2030 INTEGRATA CON IL QUADRO STRATEGICO REGIONALE. https://svilupposostenibile.vda.it/Media/Svilupposostenibile/Hierarchy/18/1860/STRATEGIA%20DI%20SVILUPPO%20SOSTENIBILE%20DELLA%20VALLE%20DAOSTA%202030-1.pdf

Chelazzi, G., & Santini, G. (2012). *Ecologia*. Giunti editore.

Chiarucci, A. (2024). *Le arche della biodiversità. Salvare un po' di natura per il futuro dell'uomo*. HOEPLI.

CORDIS. (n.d.). Environmental Spaces and the Feel-Good Factor: Relating Subjective Wellbeing to Biodiversity.

https://cordis.europa.eu/article/id/447104-how-biodiversity-helps-human-well-being/it

Danieli, L., & Messina, D. (2023). Libri dei Pensieri in cerca d'autore. *Autobiografie. Ricerche, pratiche, esperienze*, (4), 63-69. https://mimesisjournals.com/ojs/index.php/autobiografie/article/download/4103/3240

D.K. Publishing. (2019). Il Libro dell'Ecologia. https://www.goodreads.com/book/show/53003731-il-libro-dell-ecologia

Dodman, M. (2000). Prassi riflessiva e ricerca-azione nell'insegnamento linguistico. In Cavagnoli S. & Schwegkofler A. (a cura di) *Linguaggi specialistici e la loro* didattica. Accademia Europea.

Dodman, M. (2014). Language, its technologies and sustainability, in *Visions for Sustainability*, 1, DOI: 10.7401/visions.01.02.

Earth Overshoot Day. (2025). Past Earth Overshoot Days. https://www.overshootday.org/newsroom/past-earth-overshoot-days/

EEA. (2024). How climate change impacts marine life. https://www.eea.europa.eu/publications/how-climate-change-impacts

Elia, G. (2019). La scuola come luogo privilegiato nella formazione del cittadino. In *La scuola tra saperi e valori etico-sociali. Politiche culturali e pratiche educative* (pp. 13-20). PensaMultimedia. https://ricerca.uniba.it/retrieve/dd9e0c67-88b8-1e9c-e053-3a05fe0a45ef/La%20scuola%20luogo%20privilegiato...2019.pdf

Enel. (2024). Resilienza ecologica. https://www.enel.com/it/azienda/storie/articles/2023/03/resilienza-ecologica

Enel Green Power. (n.d.). Biodiversità: cos'è, perché è importante e come preservarla. https://www.enelgreenpower.com/it/learning-hub/sviluppo-sostenibile/biodiversita

Eniscuolachannel. (2017). La biodiversità raccontata dai bambini di San Donato Milanese. https://www.youtube.com/watch?v=Ld9M7hF3zYg

Falcinelli, F., Gaggioli, C., & Capponi, A. (2016). Imparare ad imparare: stili di apprendimento e di insegnamento a confronto. *Form@re*, *16*(2). https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=18257321&asa=Y&AN=118034537&h=oFcUxIDTwYnvC2SVsqo%2FceJBJHdM2D2ujDjmheevjYvpbZn4eiqDEDGZ1WfU0MdiFjHw96t2QdRBQa%2FQPpyunA%3D%3D&crl=c

FAO. (n.d.). Codice di condotta per la pesca responsabile. https://www.fao.org/4/v9878i/v9878it00.htm

Fiore, I., & Baldassarre, M. (2022). Ripensare gli spazi: l'educazione all'aperto come proposta per il benessere e il miglioramento

dell'apprendimento degli alunni. *IUL Research*, *3*(6), 137-149. https://iulresearch.iuline.it/index.php/IUL-RES/article/view/347

Fiorentino, G. (2022). Giochi linguistici per la didattica dell'italiano. *Italiano LinguaDue*, *14*(2), 220-237.

Fondazione UNA. (2025). La natura è sotto pressione ma non a causa della caccia. https://www.fondazioneuna.org/news/natura-sotto-pressione-non-causa-caccia/#:~:text=Lo%20studio%20della%20agenzia%20europea,delle%20attivit%C3%A0%20umane%20sull'ambiente.

Frey, M., Gusmerotti, N. & Pogutz, S. (2017). Servizi ecosistemici e biodiversità: una nuova prospettiva per un'economia più sostenibile. *SINERGIE*, *35*(102), 165-184. https://iris.unibocconi.it/retrieve/e31e10d2-f288-31fb-e053-1705fe0a5b99/1370-2356-1-PB.pdf

Gazzetta Ufficiale. (1991). Legge quadro sulle aree protette, L.6 dicembre 1991, n.394. https://natura.legambiente.it/wp-content/uploads/Legge_394-1991_Legge_quadro_aree_protette.pdf

Gazzetta Ufficiale. (2022). Legge costituzionale, 11 febbraio 2022, n.1. https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2022/02/22/22G00019/sg

Gazzetta ufficiale (2022). Raccomandazione del consiglio del 16 giugno 2022 relativa all'apprendimento per la transizione verde e lo sviluppo sostenibile. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022H0627(01)

Genovesi, P. (2024). *Specie aliene*. Edizioni Laterza.

Green school. (n.d.). Il metodo green school. https://www.green-school.it/

Greenfield, E. (2024). La tundra artica: un bioma di freddo e resilienza. https://sigmaearth.com/it/the-arctic-tundra-a-biome-of-cold-and-resilience/

Greenstein, L. (2010). *What Teachers Really Need to Know About Formative Assessment*. ascd books. https://www.ascd.org/books/what-teachers-really-need-to-know-about-formative-assessment?chapter=the-fundamentals-of-formative-assessment

Guerra, M. (a cura di) (2017). *Fuori*. FrancoAngeli.

Gutiérrez-Escobar, L. (2022). L'Amazzonia arde. Perché dobbiamo ascoltarne il grido? *Le grida della foresta e dell'aria e il grido dei poveri*, 134. https://www.sjesjesuits.global/media/2022/12/PJ_134_ITA.pdf

LUMSA (n.d.). Catene alimentari. https://lumsa.it/sites/default/files/UTENTI/u466/9%20teoria%20-%20catene%20alimentari.pdf

ISPRA. (n.d.). Il ruolo delle api per l'uomo e l'ambiente. https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/biodiversita/ispra-e-la-biodiversita/articoli/il-ruolo-delle-api-per-l-uomo-e-l-ambiente

ISPRA. (n.d.). Foreste e Biodiversità, troppo preziose per perderle. https://www.isprambiente.gov.it/files2020/notizie/FAQgiornatainternazionaleforeste3.pdf

ISPRA. (n.d.) Principali minacce alla biodiversità. https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/biodiversita/le-domande-piu-frequenti-sulla-biodiversita/quali-sono-le-principali-minacce-alla-biodiversita

ISPRA. (n.d.). Come si presenta la situazione della biodiversità in Italia? https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/biodiversita/le-domande-piu-frequenti-sulla-biodiversita/come-si-presenta-la-situazione-della-biodiversita-in-italia

ISPRA. (n.d.). Il ruolo delle Api per l'uomo e l'ambiente. https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/biodiversita/notizie/il-ruolo-delle-api-per-l2019uomo-e-l2019ambiente

ISPRA. (n.d.). Riferimenti storico culturali per l'educazione orientata alla sostenibilità. https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/formeducambiente/educazione-ambientale/file-educazione-ambientale/riferimenti-storico-culturali-per-leducazione-orientata-alla-sostenibilita

ISPRA. (n.d.). Biodiversity. https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/biodiversita

ISPRA. (n.d.). Perché è importante la biodiversità? https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/biodiversita/le-domande-piu-frequenti-sulla-biodiversita/perche-e-importante-la-biodiversita

Istituzione Scolastica Ottavio Jacquemet (2025). Green School 2023/2024. https://www.ottaviojacquemet.it/pagine/green-school

Kellert, S. R., & Wilson, E. O. (1995). The biophilia hypothesis. *Philpapers*. Island Press. https://philpapers.org/rec/KELTBH?utm_source=nationaltribune&utm_medium=nationaltribune&utm_campaign=news

Kocher, U. (2017). *Educare allo sviluppo sostenibile*. edizione Centro Studi Erickson.

Kolbert, E. (2024). *La sesta estinzione*. Neri Pozza Editore.

Kornfield, J. (2023). *Qui e ora. Come imparare a cogliere libertà, amore e gioia nel momento presente*. Corbaccio.

La Mantia, T., & Gugliuzza, G. (n.d.). La conservazione della biodiversità. https://spazioinwind.libero.it/ambientepalermo/La%20conservaz_%20della%20biodivers_frutticola.PDF

Lattes. (n.d.). *Ecologia ed ecosistemi.* https://www.latteseditori.it/images/Ecologia%20ed%20ecosistemi.pdf

Legambiente (2021). Focus ecosistemi acquatici. https://natura.legambiente.it/wp-content/uploads/Focus-Ecosistemi-acquatici.pdf

Legambiente. (2024). Biodiversità a rischio. https://www.legambiente.it/wp-content/uploads/2024/05/Biodiversita-a-rischio-2024.pdf

Libre Texts Biology. (n.d.). Disturbance. https://bio.libretexts.org/Courses/Evergreen_Valley_College/Introduction_to_Ecology_(Kappus)/09%3A_Community_Structure_and_Dynamics/9.04%3A_Disturbance

Libre Texts Biology. (n.d.). Importance of biodiversity. https://bio.libretexts.org/Workbench/General_Ecology_Ecology/Chapter_22%3A_Biodiversity/22.2%3A_Importance_of_Biodiversity

Libre Texts Biology. (n.d.). Introduction of Biodiversity. https://bio.libretexts.org/Workbench/General_Ecology_Ecology/Chapter_22%3A_Biodiversity/22.1%3A_Introduction_to_Biodiversity

Libre Texts Biology (n.d.). Ecology of ecosystems. https://bio.libretexts.org/Bookshelves/Introductory_and_General_Biology/Principles_of_Biology/03%3A_Chapter_3/26%3A_Ecosystems/26.01%3A_Ecology_of_Ecosystems

Lovevda (n.d). Flora e Fauna della Valle d'Aosta. https://www.lovevda.it/it/natura/flora-e-fauna-della-valle-d-aosta

Lu, Y., Wang, R., Zhang, Y., Su, H., Wang, P., Jenkins, A., ... & Squire, G. (2015). Ecosystem health towards sustainability. *Ecosystem Health and Sustainability*, *1*(1), 1-15. https://spj.science.org/doi/full/10.1890/EHS14-0013.1

Maetzke, F. (2005). Il problema del controllo delle specie forestali invasive: alcune osservazioni condotte su ailanto e robinia, alcune proposte. In "Atti del Convegno-Foreste Ricerca Cultura: scritti in onore di Orazio Ciancio". *Accademia Italiana di Scienze Forestali (a cura di)*, 339-354.

Mersmann, K. (2020). Warming Temperatures are Driving Arctic Greening. https://www.nasa.gov/missions/landsat/warming-temperatures-are-driving-arctic-greening/

Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica. (2014). Linee guida educazione allo sviluppo sostenibile. https://www.mase.gov.it/sites/default/files/archivio/allegati/LINEE_GUIDA.pdf

Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza energetica. (2023). Parco Nazionale del Gran Paradiso. https://www.mase.gov.it/pagina/parco-nazionale-del-gran-paradiso
Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza energetica. (2024). EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) https://www.mase.gov.it/pagina/emas
Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza energetica. (2024). Specie esotiche invasive: gli alieni che mettono a rischio la biodiversità. https://culturaeconsapevolezza.mase.gov.it/news/specie-esotiche-invasive-gli-alieni-che-mettono-a-rischio-la-biodiversita
Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica. (2024). Educazione Ambientale e allo Sviluppo Sostenibile. https://www.mase.gov.it/pagina/educazione-ambientale-e-allo-sviluppo-sostenibile
Ministero dell'Istruzione. (2020). La carta per l'educazione alla Biodiversità. https://www.istruzione.it/ri-generazione-scuola/assets/allegati/MI%20-%20Carta%20per%20l'educazione%20alla%20Biodiversit%C3%A0.pdf
Ministero dell'Istruzione. (2018). Educazione ambientale e alla sostenibilità. https://www.mim.gov.it/educazione-ambientale-e-alla-sostenibilit%C3%A0
Ministero dell'Istruzione. (2020). Carta biodiversità. https://www.istruzione.it/ri-generazione-scuola/biodiversita.html
Ministero dell'Istruzione. (n.d.). Nuove Linee guida per l'insegnamento dell'educazione civica. https://www.mim.gov.it/documents/20182/0/Linee+guida+Educazione+civica.pdf/9ffd1e06-db57-1596-c742-216b3f42b995?t=1725710190643
MIUR. (2012). Indicazioni Nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo di istruzione, "Annali della Pubblica Istruzione". Le Monnier. https://www.mim.gov.it/documents/20182/51310/DM+254_2012.pdf
Mont Avic. (2007). Gli ambienti forestali. https://montavic.it/wp-content/uploads/2022/04/Ambienti-forestali.pdf
Mont Avic. (2025). Parco Naturale Mont Avic. https://montavic.it/
NAEE (2015). The environmental curriculum. https://naee.org.uk/wp-content/uploads/2015/06/NAEE_The_Environmental_Curriculum.pdf
National Geographic Italia. (2023). National Geographic Fest 2023: perché la pesca eccessiva è una minaccia per gli oceani. https://www.nationalgeographic.it/national-geographic-fest-2023-perche-la-pesca-eccessiva-e-una-minaccia-per-gli-oceani
ONU. (1992. Dichiarazione di Rio su Ambiente e Sviluppo. https://www.isprambiente.gov.it/files/agenda21/1992-dichiarazione-rio.pdf

Ortenzi, C., & Buonanno, F. (2007). I PROTOZOI COME MEDIATORI DIDATTICI VERSATILI PER EDUCARE AL VALORE DELLA BIODIVERSITA'. *UniMc – Pubblicazioni Aperte Digitali*. https://u-pad.unimc.it/handle/11393/573

Padovani, L. M., Carrabba, P., Coduti, C., & Nocenzi, M. (2015). La biodiversità. In *La sostenibilità ambientale* (Vol. 1, pp. 131-136). ENEA. https://iris.uniroma1.it/handle/11573/786227

Parco Naturale Mont Avic. (2016a). Flora e Fauna alla ricerca di animali e vegetali lungo gli itinerari Giroparchi del Parco Naturale Mont Avic – valle di Champorcher. https://montavic.it/wp-content/uploads/2022/10/Opuscolo-flora-e-fauna-valle-di-Champorcher-min.pdf

Parco Naturale Mont Avic. (2016b). Flora e Fauna alla ricerca di animali e vegetali lungo gli itinerari Giroparchi del Parco Naturale Mont Avic – valle di Champdepraz. https://montavic.it/wp-content/uploads/2022/10/Opuscolo-flora-e-fauna-valle-di-Champdepraz-min.pdf

Parco Nazionale Gran Paradiso. (n.d.) https://www.pngp.it/

Pusceddu, A., Sarà, G., & Viaroli, P. (2020). *Ecologia*. UTET Università.

Piervittori, R., Isocrono, D., & Maffei, S. (2001). Indagini sulla biodiversità lichenica in alcune Riserve Naturali della Valle d'Aosta. *Revue Valdòtaine d'Histoire Naturelle*, *55*, 73-84. https://www.sfv.it/public/uploads/revue/2001%2055/2001%2055%20073_084%20Piervittori.pdf

Ramsar. (1971). Convenzione sulle zone umide. https://www.ramsar.org/

Regione autonoma Valle d'Aosta. (n.d). Giardini botanici alpini. https://www.regione.vda.it/territorio/ambiente/Biodiversita_e_aree_naturali_protette/Conservazione_della_natura_e_biodiversita/giardini_botanici/default_i.asp

Regione autonoma Valle d'Aosta. (n.d.). Natura 2000 https://www.regione.vda.it/territorio/ambiente/Biodiversita_e_aree_naturali_protette/Natura2000/default_i.aspx

Rozzi, R. (n.d.). Biodiversità e benessere: il caso del Sud America. https://www.academia.edu/download/93473860/05-05-rozzi-biod-beness.pdf

Sadava et al. (2020). La nuova biologia.blu. Zanichelli https://online.scuola.zanichelli.it/lanuovabiologiablu2ed-files/S/03_POWERPOINT/PDF/italiano/sadava_ppt_42050_cA2.pdf

Santolini, R., (2010). Servizi ecosistemici e sostenibilità, *Ecoscienza* no. 3. https://www.isprambiente.gov.it/files/biodiversita/Santolini_2010_Servizi_ecosistemici.pdf

Saraceni, S., Strumia, G. (2010). *Osservare e capire la vita*. Zanichelli editore. https://online.scuola.zanichelli.it/saracenibiologia-files/Zanichelli_Saraceni_Osservare_Sintesi_U14.pdf
Schenetti, M., Salvaterra, I., & Rossini, B. (2015). *La scuola nel bosco*. Erikson.
Sguotti, C. (2024). Resilience Assessment in complex natural systems. The Royal society Publishing. https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspb.2024.0089
Smith, T.M. & Smith, R.L. (2013-2023). *Elementi di ecologia*. Pearson MyLab.
Sterne, C. (2009). *Lo sviluppo ecosostenibile a piccoli passi*. Motta junior.
Sterne, C. (2010). *La biodiversità a piccoli passi*. Motta junior.
3Bee a world with bees. (n.d.). Aree protette: una rete in rapida espansione. https://blog.3bee.com/aree-protette-una-rete-in-rapida-espansione/
3Bee a world with bees. (2023). I tre livelli di biodiversità. https://blog.3bee.com/i-tre-livelli-di-biodiversita/#next-1
Treccani. (2007). Bioma. https://www.treccani.it/enciclopedia/bioma_(Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica)/
Treccani. (2007). Chaparral. https://www.treccani.it/enciclopedia/chaparral/
Treccani. (2007). Chemioautotrofo. https://www.treccani.it/vocabolario/chemioautotrofo/
UNESCO. (2017). Educazione agli Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile. https://www.unesco.it/wp-content/uploads/2023/11/MANUALE_ITA1-UNESCO.pdf
UNESCO. (2017). Educazione agli Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile – Obiettivi di apprendimento. https://www.unesco.it/it/temi-in-evidenza/sviluppo-sostenibile/educazione-agli-obiettivi-di-sviluppo-sostenibile-obiettivi-di-apprendimento/
UNESCO. (2022). What is ocean biodiversity. https://oceanliteracy.unesco.org/ocean-biodiversity/
United Nations. (2017). Marine Biodiversity Underpin a Healthy Planet and Social Well-Being. https://www.un.org/en/chronicle/article/marine-biodiversity-and-ecosystems-underpin-healthy-planet-and-social-well-being
UNRIC. (2024). Agenda 2030. https://unric.org/it/agenda-2030/
UNRIC. (2015). Risoluzione adottata dall'Assemblea Generale il 25 settembre 2015. https://unric.org/it/wp-content/uploads/sites/3/2019/11/Agenda-2030-Onu-italia.pdf

Vacchiano, G. (2019). *La resilienza del bosco*. Edizioni Mondadori.
Venturella, A., & Barbiero, G. (2021). Bracing Biophilia: l'esperienza educativa della scuola biofila di Gressoney-La-Trinité. *Ecologia della salute*, *2*, 49-61.
Valle d'Aosta sostenibile. (2021). Quadro strategico regionale di sviluppo Sostenibile (QSSvS). https://svilupposostenibile.vda.it/verso-agenda-2030/quadro-strategico
VIVA, Valle d'Aosta unica per natura (2000-2012). Le aree naturali – Riserve naturali. https://www.vivavda.it/it/aree/riserve-naturali-valle-aosta
VIVA, Valle d'Aosta unica per natura (2022). Osservatorio regionale della biodiversità. https://osservatoriobiodiversita.regione.vda.it/Osservatorio_Biodiversita/page1.do
Williams, F. (2023). *La cura della natura*. Editore Piano B.
World Economic Forum. (2022). 6 charts that show the state of biodiversity and nature loss – and how we can go "nature positive" https://www.weforum.org/stories/2022/10/nature-loss-biodiversity-wwf/
WWF. (2024) Living Planet Report 2024 – A System in Peril. WWF, Gland, Svizzera. https://www.wwf.it/uploads/WWF_Report_LP_2024_ITA_V2_WEB-c1-1.pdf
WWF. (2024). Il 1 agosto 2024 è l'Overshoot Day globale https://www.wwf.it/pandanews/societa/mondo/il-1-agosto-2024-e-lovershoot-day-globale/#:~:text=L'Earth%20Overshoot%20Day%20si,i%20giorni%20di%20un%20anno.
WWF. (2024). Il 19 maggio è l'overshoot day per l'Italia https://www.wwf.it/pandanews/ambiente/il-19-maggio-e-lovershoot-day-italiano/
WWF. (2024). Red List, le specie minacciate sono oltre 45 mila. https://www.wwf.it/pandanews/animali/lista-rossa-le-specie-minacciate/
WWF. (2025). Deserti. https://www.wwf.it/specie-e-habitat/habitat/deserti/
WWF. (2025). Foreste tropicali. https://www.wwf.it/specie-e-habitat/habitat/foreste-tropicali/
WWF. (2025). Mar Mediterraneo. https://www.wwf.it/dove-interveniamo/il-nostro-lavoro-in-italia/mar-mediterraneo/#:~:text=Il%20Mar%20mediterraneo%20con%20una,degli%20%E2%80%9Chotspot%E2%80%9D%20della%20biodiversit%C3%A0

WWF. (2025). Mari e oceani. https://www.wwf.it/cosa-facciamo/mari-e-oceani/
WWF. (2025). Zone umide. https://www.wwf.it/cosa-facciamo/fiumi-zone-umide/zone-umide/
WWF. (2025). Caccia e bracconaggio. https://www.wwf.it/cosa-facciamo/wildlife/crimini-natura/caccia-e-bracconaggio/
WWF. (n.d.). Il respiro degli oceani. https://www.wwf.it/uploads/WWF_OUR-NATUREMARE-web-v.3.pdf

Allegati

Allegato 1

Indizio 1	Indizio 2	Indizio 3	Indizio 4

Allegato 2

Alunni della classe 5, mi presento, sono Busy Bee. Sono un'ape detective, più precisamente una ***BIO-detective****, indago la biodiversità. Come avete scoperto, si tratta della varietà di organismi viventi presenti sul nostro pianeta. Essa è fondamentale per la vita sulla terra, ma ai nostri giorni è sempre più in pericolo. Per questo sto cercando i principali sospettati che la stanno mettendo in pericolo.*
Solo con il vostro aiuto, potremo risolvere questo importante caso!

Busy Bee

Allegato 3

Diario di bordo del bio-detective

Giorno 1: Che cos'è la biodiversità?

Cosa ho scoperto?

Cosa ho imparato?

Allegato 4

Eccoci di nuovo insieme per continuare ad indagare al nostro caso sulla biodiversità.
Per poter indagare, dovrete prima essere certi di sapere che cos'è la biodiversità e saperla riconoscere in natura. Per questo, un elemento indispensabile per un vero BIO-DETECTIVE è l'OSSERVAZIONE.
Proprio qua, vi chiedo di osservare e annotare tutto ciò che riguarda la biodiverstà. Vi svelo qualche piccolo consiglio:

- *Iniziate cercando piante alte e organismi volanti.*
- *Poi abbassate l'attenzione più vicino al livello degli occhi.*
- *Continuate sedendovi o inginocchiandovi a terra per osservare gli organismi che vivono proprio sopra il suolo.*
- *Usate una paletta per scavare una buca poco profonda e vedere se riuscite a trovare segni di vita nel terreno.*

Buon lavoro! *Busy Bee*

Allegato 5

Diario di bordo del bio-detective

Giorno 2: ricerchiamo la biodiversità in natura

In gruppo, provate a classificare gli elementi trovati in natura (con tabella, mappa, schema...)

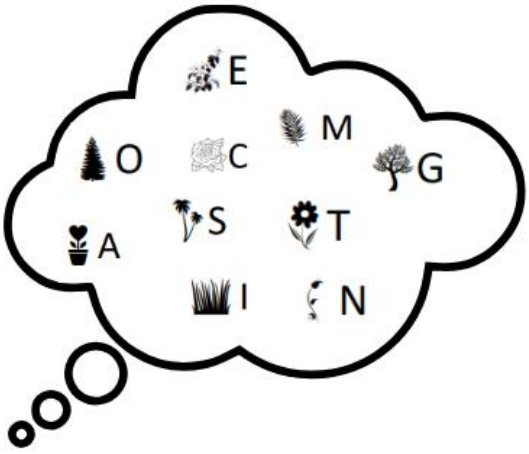
Allegato 6

Diario di bordo del bio-detective

Giorno 2: ricerchiamo la biodiversità in natura

Scopri il messaggio in codice lasciato da Busy Bee!

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _



Allegati 7-8

Diario di bordo del bio-detective

Giorno 2: ricerchiamo la biodiversità in natura

Avete trovato tutti gli esseri viventi appartenenti ai cinque regni? O solo alcuni?

_____

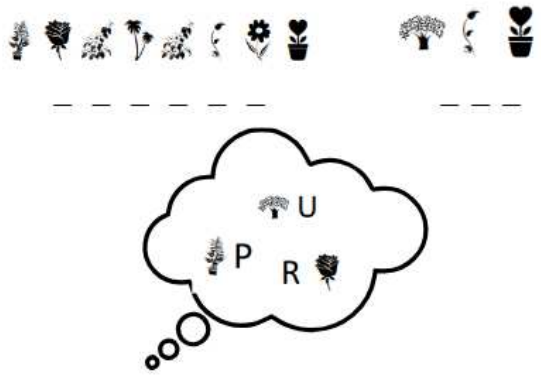
_____

_____

_____

_____

Scopri il messaggio in codice lasciato da Busy Bee!



Diario di bordo del bio-detective

Giorno 2: ricerchiamo la biodiversità in natura

Pensavate che il nostro territorio fosse più o meno ricco di biodiversità? Perché?

_____

_____

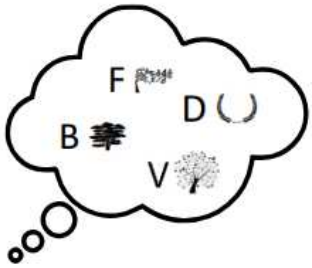
_____

_____

_____

Scopri il messaggio in codice lasciato da Busy Bee!

_ _



Allegato 9

Diario di bordo del bio-detective

Giorno 2: ricerchiamo la biodiversità in natura

PRIMA DELL'USCITA

Cosa mi aspetto di vedere, trovare?

DOPO L'USCITA

Cosa ho imparato?

Allegato 10

Diario di bordo del bio-detective

Giorno 3: minacce alla biodiversità

Quali differenze noti tra le immagini proposte?

Cosa ho imparato?

Allegato 11

La nostra missione procede sempre meglio: la scorsa volta mi avete dimostrato di essere dei veri BIO-DETECTIVE. In natura vi siete cimentati scoprendo cos'è la biodiversità, ma la nostra missione non si ferma qua. Per andare alla ricerca del principale sospettato che mette in pericolo la biodiversità, dovrete capire prima di tutto quali sono le attività che mettono in pericolo la diversità in natura. Per questo vi spetta una caccia al tesoro, tutti gli indizi che troverete durate il gioco vi permetteranno di riflettere sulle cause di questa perdita.
Buon lavoro detective!

Busy Bee

Allegato 12

Indizio 1A: Se il primo indizio volete trovare, là dove le prove avete fatto dovete andare, e in basso dovete cercare!
Indizio 1B: Se il primo indizio volete trovare, questo enigma dovete decifrare: puoi accenderlo ma non è un fuoco, ha spazio, ma nessuna stanza. Cos'è?
Indizio 1C: Se il primo indizio volete trovare, a questo dovete pensare: Avanti e indietro, su e giù, che fatica, ma senza la casa non sarebbe finita. Cos'è?

Indizio 2A: Il prossimo indizio si era sporcato, e per questo a lavare l'ho portato!
Indizio 2B: Se la usi ha sei gambe altrimenti ne ha quattro.
Indizio 2C: Sciarpa, giacca o berretto? Sono l'indizio e lì vi aspetto!

Indizio 3A: Se il prossimo indizio volete trovare, questo enigma dovete decifrare:
puoi accenderlo ma non è un fuoco, ha spazio, ma nessuna stanza. Cos'è?
Indizio 3B: È giallo, grigio, verde oppure blu, l'indizio si nasconde laggiù.
Indizio 3C: Per il freddo siete ben attrezzati, ma anche qua a scuola siete sempre ben riscaldati.

Indizio 4A: Per il freddo siete ben attrezzati, ma anche qua a scuola siete sempre ben riscaldati.
Indizio 4B: Là dove le prove avete fatto dovete andare, e alla vostra altezza dovete cercare!
Indizio 4C: Se il prossimo indizio volete trovare, questo enigma dovete decifrare:
puoi accenderlo ma non è un fuoco, ha spazio, ma nessuna stanza. Cos'è?

Indizio 5A: Si spoglia quando fa freddo…
Indizio 5B: Sopra quella la capra canta…
Indizio 5C: Si tuffa ma non si bagna

Allegato 13

Gruppo 1

TESTO cementificazione degli ecosistemi (distruzione ambienti naturali)

Le minacce più gravi alla biodiversità derivano dalla frammentazione, degradazione e distruzione degli ambienti naturali: strade, parcheggi, costruzioni che sottraggono sazio e risorse a molte specie selvatiche.

Gruppo 2

TESTO scomparsa zone umide (distruzione ambienti naturali)

Gran parte delle zone umide sono state prosciugate per far posto a terreni agricoli che occupano più di un quarto delle terre emerse della Terra e metà del territorio europeo. Le dighe, costruite per irrigare le coltivazioni, evitare inondazioni e produrre energia elettrica, impediscono ai pesci migratori, come i salmoni, di risalire i fiumi per riprodursi.

Gruppo 3

TESTO deforestazione (distruzione ambienti naturali)

Le foreste, che svolgono un ruolo fondamentale per tutti gli abitanti del pianeta, stanno scomparendo. Nel mondo, ogni anno vengono abbattuti 140000 chilometri quadrati di foresta, una superficie equivalente alla Grecia! Le foreste tropicali umide sono le più minacciate e scompaiono al ritmo di uno stadio di football ogni 5 secondi! Le conseguenze sono drammatiche perché queste foreste sono riserve formidabili di biodiversità. La deforestazione tropicale implica, ogni giorno, la sparizione definitiva di 137 specie e minaccia anche le popolazioni che vivono in armonia con la natura in questi luoghi.

IMMAGINE deforestazione (distruzione ambienti naturali)

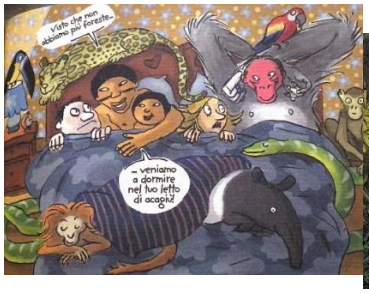


IMMAGINE deforestazione (distruzione ambienti naturali)

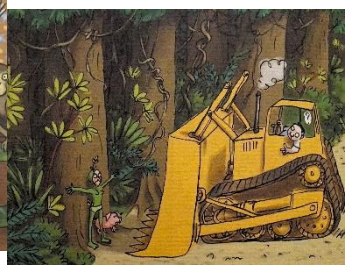


IMMAGINE cementificazione ecosistemi (distruzione ambienti naturali)

TESTO liquami e maree nere (sfruttamento e inquinamento)

Lo sversamento di rifiuti e liquami ha conseguenze gravi sulla biodiversità: inquinamento del suolo e dell'aria, sacchetti di plastica che finiscono in mare e soffocano le tartarughe e i delfini. Senza contare le maree nere, che sommergono le coste di petrolio e uccidono uccelli, pesci e mammiferi marini.

TESTO inquinamento agricolo (sfruttamento e inquinamento)

I metodi dell'agricoltura intensiva utilizzano prodotti chimici che poi finiscono nelle acque. Così avvelenano molte specie e portano all'asfissia nei pesci. Inoltre, riducono le popolazioni di insetti e in questo modo mettono in pericolo i loro predatori, uccelli e pipistrelli.

TESTO pesca non sostenibile (sfruttamento e inquinamento)

I moderni metodi di pesca stanno svuotando gli oceani dai pesci. Di questo passo, le specie attualmente pescate potrebbero scomparire entro 50 anni.

IMMAGINE agricoltura intensiva (sfruttamento e inquinamento)

IMMAGINE pesca non sostenibile (sfruttamento e inquinamento)

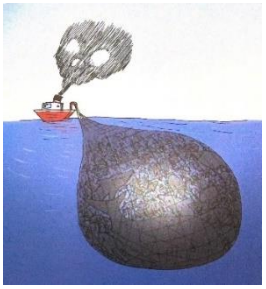


IMMAGINE allevamento intensivo (sfruttamento e inquinamento)

TESTO specie invasive (specie invasive)

Introdotte in un certo ambiente dall'intervento umano, alcune specie esotiche squilibrano gli ecosistemi e vi si adattano così bene da fare sparire le varietà locali, animali o piante che siano. Ad esempio:

- Il pesce persico del Nilo, introdotto nel Lago Vittoria negli anni 50, ha sterminato a poco a poco le 500 specie di pesci che vivevano nelle sue acque.
- Il giacinto d'acqua, utilizzato come pianta ornamentale, ha invaso fiumi e laghi delle regioni calde in Africa e Asia.

TESTO specie invasive 2 (specie invasive)

In alcuni luoghi l'uomo ha introdotto alcune specie che non avevano mai vissuto lì e che minacciano le specie locali. È il caso della perca del Nilo che ha divorato tutti gli altri pesci del lago Vittoria in Africa.

IMMAGINE specie invasive (specie invasive)

IMMAGINE cartello (turismo non sostenibile)

IMMAGINE cartello (turismo non sostenibile)

TESTO (turismo non sostenibile)

Rispetta l'ambiente fragile del Parco, segui le regole del visitatore consapevole:

- Non catturare e disturbare animali selvatici e non dare loro del cibo
- Non raccogliere e danneggiare fiori, funghi, rocce e minerali (per avere un buon ricordo del Parco non c'è bisogno di portare via qualcosa)
- Ricordati di non lavare stoviglie nelle acque di sorgente e negli specchi d'acqua ferma
- Non accendere mai fuochi all'aperto, è molto pericoloso
- Non abbandonare i rifiuti, neanche temporaneamente, ma riportali con te a valle.

Allegato 14

Diario di bordo del bio-detective

Giorno 3: minacce alla biodiversità

Scrivi con i tuoi compagni, a partire dagli indizi trovati, quelle che per voi sono le minacce alla biodversità (cosa la mette in pericolo?)

Allegato 15

Allegato 16

Allegato 17

Secondo indizio trovato: se il prossimo indizio volete trovare, un piccolo gioco dovrete fare!
Il sospettato è sicuramente
....

_ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

Allegato 18

Diario di bordo del bio-detective

Giorno 4: importanza e salvaguardia della biodiversità

Rifletti assieme ai tuoi compagni sulle buone azioni da mettere in atto per la salvaguardia della biodiversità

BIODIVERSITA

Allegato 19

Bio-detective Marta

Grazie per il tuo aiuto in questa missione importantissima: imparare a conoscere, proteggere e salvare la biodiversità, indispensabile per la vita. Solo insieme possiamo fare la differenza per il nostro pianeta.

"Credo che avere la Terra e non vederla sia la più bella forma d'arte che si possa desiderare" (Andy Warhol)

3 parole chiave

2 cose che ho imparato

1 attività che mi è piaciuta