

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

DIPARTIMENTO DI SCIENZE UMANE E SOCIALI
CORSO DI LAUREA IN SCIENZE DELLA FORMAZIONE PRIMARIA

ANNO ACCADEMICO 2020/2021

TESI DI LAUREA

ALLA SCOPERTA DEI NOSTRI ECOSISTEMI. ESPLORARE, IMMAGINARE,
NARRARE I NOSTRI CORPI, LA NOSTRA SCUOLA, IL NOSTRO BOSCO.

Docente 1° relatore: Prof. MARTIN DODMAN

Docente 2° relatore: Prof. FABRIZIO BERTOLINO

Studentessa: CAROLE PERRIER

N° MATRICOLA: 16A05154

Indice

INTRODUZIONE.....	3
1. ECOLOGIA E ECOSISTEMA	5
1.1 Lo sviluppo del concetto di ecologia.....	5
1.1.1 L'emergenza dell'ecologia nelle scienze naturali.....	6
1.1.2 L'ecologia e le scienze sociali.....	7
1.1.3 Verso un quadro teorico unitario.....	8
1.1.4 L'ecologia dello sviluppo umano.....	9
1.1.5 L'ecologia ambientale.....	9
1.2 Gli ecosistemi: struttura e funzioni.....	10
1.2.1 La struttura degli ecosistemi	11
1.2.2 Il funzionamento degli ecosistemi	13
1.2.3 Servizi ecologici e biodiversità	17
1.3 Alterazioni negli ecosistemi	19
1.3.1 Alterazioni di origine naturale	19
1.3.2 Alterazioni di origine artificiale	20
1.3.3 La crescita demografica	22
1.3.4 L'avvento dell'Antropocene	26
2. L'ECOSISTEMA NEL CURRICOLO SCOLASTICO.....	27
2.1 La trasversalità dell'educazione ambientale.....	27
2.2 I nostri corpi, la nostra scuola e il nostro bosco come ecosistemi specifici	33
2.2.1 I nostri corpi come ecosistemi.....	34
2.2.2 La nostra scuola come ecosistema	43
2.2.3 Il nostro bosco come ecosistema.....	47
3. UN APPROCCIO ALL'APPRENDIMENTO BASATO SULL'INTRECCIO COMPLEMENTARE DI COMPONENTI DI ESPLORAZIONE, IMMAGINAZIONE E NARRAZIONE.....	54
3.1 Un apprendimento attivo	54
3.2 Le componenti dell'approccio	58
3.2.1 L'esplorazione.....	59
3.2.2 L'immaginazione	65
3.2.3 La narrazione.....	68

3.3	La proposta didattica	71
3.3.1	La ricerca-azione	73
3.3.2	La proposta per la scuola dell'infanzia	75
4.	LA REALIZZAZIONE DEL PROGETTO DIDATTICO.....	80
4.1	Il nostro corpo.....	81
4.2	La nostra scuola.....	96
4.3	Il nostro parco bosco	102
5.	RIFLESSIONI CONCLUSIVE E PROSPETTIVE	107
5.1	La riflessione sul percorso come ricerca-azione	107
5.1.1	L'apprendimento dei bambini	108
5.1.2	Il mio apprendimento professionale.....	110
5.1.3	Riflessioni sul progetto stesso	114
5.2	La riflessione sulle prospettive	115
5.2.1	Un percorso per la scuola primaria	115
5.2.2	L'importanza di una prospettiva ecologica nel curriculum scolastico	121
	BIBLIOGRAFIA	123
	RINGRAZIAMENTI.....	129

Introduzione

La presente tesi nasce da una sintesi dei miei interessi, della mia personalità e del mio percorso scolastico e accademico. Sono sempre stata un'appassionata della natura, dell'ambiente e delle scienze in generale e grazie al mio percorso di studi presso il Liceo Scientifico questa inclinazione non ha fatto che aumentare. Anche all'Università questa propensione non è cambiata e, nonostante abbia frequentato un percorso di ambito prettamente umanistico-sociale, ho deciso di approfondire nel lavoro di tesi una tematica legata alla sfera scientifica. Infatti, grazie ai corsi di pedagogia dell'ambiente e dell'infanzia, di biologia e di ecologia mi sono avvicinata al concetto di ecosistema, dal quale deriva che tutti gli esseri viventi e non viventi all'interno di un qualsiasi ambiente si trovano in relazione tra loro e si influenzano reciprocamente. Mi sono quindi domandata come fosse possibile far scoprire ai bambini questo concetto tanto complesso quanto importante per noi esseri umani.

L'obiettivo della tesi è quindi, a partire da una riflessione teorica sul tema in questione, di proporre un progetto didattico rivolto ai bambini della scuola dell'infanzia per guidarli alla scoperta delle tematiche relative agli ecosistemi. Facendo riferimento agli insegnamenti ricevuti durante questi cinque anni, ho optato di adottare una metodologia di tipo attivo, in cui il soggetto risulta protagonista del percorso didattico. Inoltre, per adattarsi ai differenti stili di apprendimento degli allievi e per avvicinare gli studenti al concetto di ecosistema sotto diversi punti di vista ho deciso di utilizzare un approccio basato sull'intreccio complementare di tre componenti differenti:

- Una componente scientifico-sperimentale basata su attività di scoperta e realizzata attraverso fasi di esplorazione attiva che coinvolgono contemporaneamente corpo e mente;
- Una componente immaginativa che prevede che la comprensione del mondo avvenga sovente attraverso la creazione di immagini mentali all'interno della mente dell'individuo;
- Una componente linguistico-letteraria che intende promuovere l'utilizzo della narrazione nella didattica.

Il primo capitolo, incentrato su un approfondimento di tipo teorico, prevede inizialmente un'analisi storica dello sviluppo della disciplina dell'ecologia e delle relazioni che questa possiede con le scienze naturali e sociali. Vi è successivamente una spiegazione del concetto di ecosistema che si focalizza sulla descrizione generale della sua struttura, del suo

funzionamento e delle alterazioni di origine naturale o artificiale che in esso possono presentarsi.

Segue, nel secondo capitolo, la spiegazione dell'importanza che il concetto di ecosistema assume all'interno del curriculum scolastico, emersa a seguito di un'analisi dei principali documenti relativi sia all'ambito ambientale che a quello didattico. In seguito, ci si concentra sull'approfondimento dei tre ecosistemi presi in considerazione per la realizzazione del progetto didattico. Vi è quindi una spiegazione del funzionamento del corpo come ecosistema, del quale si analizzano le principali categorie di microrganismi presenti e le zone corporee in cui questi possono essere individuati. Segue poi l'analisi della scuola come ecosistema, dalla quale emergono i concetti di popolazione, comunità e relazioni tra individui. L'ultimo ambiente preso in considerazione è il bosco, uno degli ecosistemi più comuni del territorio della Valle d'Aosta, del quale sono state analizzate le caratteristiche e le funzioni.

Il terzo capitolo si sofferma maggiormente sulle scelte strumentali-metodologiche compiute per la realizzazione del progetto didattico. Sono presentate inizialmente le caratteristiche principali che contraddistinguono l'apprendimento attivo, metodologia utilizzata in tutte le fasi del progetto. Segue poi la spiegazione delle tre componenti dell'approccio metodologico adottato. La componente scientifico-sperimentale che ha come scopo di far conoscere agli alunni il concetto di ecosistema attraverso delle attività di scoperta realizzata attraverso fasi di esplorazione attiva, quella artistico-creativa che vuole promuovere l'utilizzo dell'immaginazione ed infine la componente linguistico-letteraria che mira a promuovere l'impiego della narrazione nella didattica. Si entra successivamente nel dettaglio del progetto didattico con la presentazione delle caratteristiche della ricerca-azione, strumento utilizzato per l'indagine durante la sperimentazione in classe, e del percorso didattico ipotizzato per la scuola dell'infanzia.

Nel quarto capitolo vi è un'analisi dettagliata delle attività svolte sei incontri previsti per la parte esecutiva del progetto didattico realizzato in una scuola dell'infanzia della Valle d'Aosta.

Infine, nel quinto capitolo ho inserito alcune riflessioni conclusive relative all'esperienza proposta, seguite da alcune indicazioni riguardo a delle modifiche che possono essere apportate per migliorare il progetto didattico. In seguito, ho elaborato alcune proposte per affrontare questa tematica anche alla scuola primaria e infine ho aggiunto alcune riflessioni anche prospettive sull'importanza di una prospettiva ecologica nel curriculum scolastico.

Capitolo 1

Ecologia e ecosistema

Il termine ecologia, il quale definisce la scienza che studia le interazioni e le relazioni tra gli organismi viventi e il loro ambiente, deriva dalle parole greche *οἶκος*, *oikos*, e *λόγος*, *logos*. La parola *oikos* viene variamente tradotta come "casa", "famiglia", "ambiente", "luogo in cui vivere". Originariamente questo vocabolo significava anche "vita", in quanto la stessa vita, intesa come organismo vivente, non poteva vivere senza un luogo propizio in cui poterlo fare. Inoltre, è interessante notare come, grazie alla ricchezza etimologica di questo termine, i concetti di vita e di famiglia siano strettamente collegati al luogo (fisico) in cui si vive. Infatti, *oikos* per i greci veniva utilizzato sia per indicare l'unità di base della società delle città greche che comprendeva il capo dell'*oikos* (l'uomo più anziano), la famiglia (moglie e figli) e gli schiavi, sia per definire le case tipiche greche, molto simili alle domus romane. La parola *logos*, invece, originariamente significava "parola", da cui deriva "discorso" e, per estensione, "studio" e anche "scienza".

Allo stesso modo, il termine *ecosistema* deriva etimologicamente dalle parole greche *oikos* e *synistánai*. In questo modo, ai concetti di vita e di famiglia collegati al luogo fisico, si aggiungono quelli di insieme e interdipendenza. La parola *synistánai* è, a sua volta, una parola composta di *syn-* 'insieme' e *histánai* 'porre', da cui deriva *sýstēma* "complesso" o "riunione", e porta dunque all'idea di elementi interdipendenti. Nelle parole dell'etologo e zoologo Lorenz, "un sistema è una totalità nella quale diverse parti sono in relazione reciproca; nessuna di queste può mancare, pena l'annullamento del carattere del sistema" (1989, Introduzione).

1.1 *Lo sviluppo del concetto di ecologia*

Il termine ecologia è stato utilizzato per la prima volta dal biologo tedesco Haeckel (1834-1919), ed è stato definito come:

The whole science of the relations of the organism to the environment including, in the broad sense, all the conditions of existence. These are partly organic, partly inorganic in nature; both, as we have shown, are of the greatest significance for the form of organisms, for they force them to become adapted. Among the inorganic conditions of existence to which every organism must adapt itself belong, first of all, the physical and chemical properties of its habitat, the climate (light, warmth,

atmospheric conditions of humidity and electricity), the inorganic nutrients, nature of the water and of the soil, etc. (Haeckel, 1866, in Stauffer, 1957, pp. 140-141).

Nello stesso periodo, e anche in precedenza, molti scienziati e studiosi si sono concentrati su questo stretto rapporto che intercorre tra organismi e ambiente.

1.1.1 *L'emergenza dell'ecologia nelle scienze naturali*

Esempi importanti di autori che si sono avvicinati al concetto di ecologia nelle scienze naturali sono Linneo (1758), con il concetto di *equilibrio finalizzato*, Goethe (1790), con le sue ricerche morfologiche, Von Humboldt (1807), inventore della *fitogeografia*, Saint-Hilaire (1830), che propone il termine *etologia* per indicare lo studio delle interazioni tra organismo e ambiente, Darwin (1859) con il concetto di *selezione naturale*, Moebius (1877), con il termine *biocenosi*. Successivamente, la disciplina dell'ecologia ha ricevuto un importante contributo dal lavoro sulla *geografia ecologica delle piante* di Warming (1895), che analizza l'effetto dei parametri ambientali sulla forma, sulla fisiologia e sulla distribuzione delle piante, e le diverse forme di relazioni simbiotiche tra esse (parassitismo, mutualismo, commensalismo, ecc.). Altrettanto significativa è stata la nascita, all'Università di Chicago, di una scuola di ecologia botanica (*plant ecology*) a orientamento spiccatamente sperimentale (Weaver & Clements, 1938). Tra le tematiche principali affrontate dai ricercatori di questa scuola, vi sono le dinamiche della vegetazione (invasione, successione, climax, ecc.), i concetti di *catene trofiche* e di *piramide ecologica*. La scuola è conosciuta anche per lo sviluppo delle metodiche di misurazione e quantificazione, per l'invenzione di un certo numero di strumenti tecnici e per l'estensione dell'ecologia sperimentale alla comprensione degli organismi animali.

Nella prima metà del 900 emerge una corrente di pensiero che assegna all'ecologia il ruolo di supporto scientifico ai movimenti conservazionisti. A questo proposito, un ruolo particolarmente importante viene svolto dall'ecologo Tansley (1935), il quale introduce il concetto di *ecosistema*. Un'altra visione dell'ecologia è quella proposta da Lotka (1925) e Volterra (1926), che introducono un approccio matematico allo studio delle popolazioni. Juday (1940) e Lindeman (1941) concettualizzano invece l'ecosistema come un sistema integrato di flussi energetici, comprensivo degli aspetti fisico-chimici (*biotipo*) e di quelli biologici (*biocenosi*). Un passo fondamentale è poi quello effettuato da Odum (1953) che propone delle fondamenta dell'ecologia e fornisce così a questa disciplina un nuovo apparato concettuale, in base al quale l'ecosistema può essere descritto non solo in termini di flussi energetici, ma anche in termini informativi.

1.1.2 *L'ecologia e le scienze sociali*

Sebbene l'ecologia come disciplina venga collocata solitamente all'interno delle scienze naturali, essa ha sviluppato numerosi collegamenti anche con le scienze sociali. Un ramo particolare dell'ecologia è quella che viene definita *ecologia umana*, che nasce dall'incontro tra i sociologi e i colleghi del dipartimento di scienze naturali dell'Università di Chicago e che ha l'obiettivo di inserire la sociologia nel quadro più ampio delle discipline naturali. Secondo questa visione infatti qualunque essere vivente, tra cui l'uomo, abita in un qualche luogo e vive in interazione con esso. Questa concezione, secondo la quale il contesto influenza la vita dell'essere umano, era già emersa precedentemente. Ad esempio, il medico Ippocrate di Coa aveva sviluppato degli studi per verificare l'influenza del clima e della morfologia del territorio sull'organizzazione sociale e politica della civiltà, mentre altri studiosi come Aristotele, Bodin, Montesquieu nei loro lavori, anche di natura diversa dall'ecologia, menzionano il fattore geografico come elemento fondamentale per spiegare il comportamento umano e le strutture sociali. Sempre all'Università di Chicago, Park (1925, 1952) ha fondato una scuola di ricerca sociale urbana. I suoi studi volevano dimostrare che i rapporti sociali e culturali e l'incidenza di alcuni fenomeni come i suicidi, i divorzi, la criminalità sono strettamente condizionati dall'ambiente di appartenenza. Secondo questo approccio all'ecologia umana, la città può essere analizzata come una comunità biologica in cui gli individui competono per l'ottenimento delle risorse vitali. I processi che si svolgono all'interno delle città avvengono su due livelli: il primo livello (biotico), del quale si occupa principalmente l'ecologia umana, in cui gli individui lottano individualmente per la sopravvivenza, e il secondo (sociale) in cui si analizzano i fattori che modificano e influenzano questa competizione (amministrazione, politica, costumi). Il metodo di studio utilizzato da questo approccio è quello tipico delle scienze naturali, ovvero quello dell'osservazione sistematica e della descrizione. L'obiettivo è quello di isolare determinate variabili, modificarle leggermente e osservare le conseguenze. Il limite di tale approccio, soprattutto se applicato per lo studio di un sistema complesso come quello della società, è quello di non poter mai comprendere quanto una variabile possa essere effettivamente isolata dalle altre senza esserne influenzata.

Un primo significativo sviluppo nell'ecologia umana è quello proposto da Hawley (1966). Nella sua opera l'autore sottolinea alcune delle differenze esistenti tra la sua teoria e quelle originali della scuola di Chicago. Tra i principali cambiamenti apportati da Hawley vi sono la volontà di una maggior continuità tra ecologia biologica e umana, il superamento del solo studio dell'ambiente urbano a favore di tutti i livelli di comunità (villaggi, città, Stati, continenti), una maggiore enfasi sugli aspetti organizzativi della società e sulla popolazione

piuttosto che sull'individuo in sé. Successivamente altri autori, come Duncan e Schnore (1959), portano il loro contributo alla diffusione di questa disciplina. Secondo il loro pensiero la società è, prima di ogni altra cosa, una popolazione su un territorio, una comunità biologica, un ecosistema. Ciò che distingue questo ecosistema dagli altri è il grande sviluppo di due elementi: l'organizzazione sociale e la strumentazione tecnologica. Il *complesso ecologico* è dunque il sistema che risulta dall'interazione tra popolazione, organizzazione, tecnologia e ambiente.

1.1.3 *Verso un quadro teorico unitario*

Allo stesso tempo, l'ecologia viene spesso considerata come elemento di legame tra le scienze della natura e quelle umane e come disciplina in grado di organizzare in un quadro teorico unitario le conoscenze di numerose discipline. Nel corso degli anni ha visto al suo interno nascere numerose specializzazioni: l'ecologia umana biologica, l'ecologia umana antropologica, l'ecologia umana sociologica, l'ecologia umana urbano-abitativa, l'ecologia comportamentale, l'ecologia del paesaggio, l'ecologia urbana e sociale, l'ecologia industriale.

Un tentativo particolarmente ambizioso di unione fra scienze naturali e scienze sociali avviene quando Bateson (1977) propone una sintesi fra antropologia, psicologia, teorie della comunicazione, epistemologia, teorie evoluzionistiche ed ecologia nella sua proposta di un'*ecologia della mente*. La caratteristica principale della sua visione è l'interrelazione di tutto, anche fra ambiti considerati molto distanti, in modo da accostare realtà apparentemente diverse o sconnesse, che vengono considerate come varianti e manifestazioni locali di uno stesso ecosistema di idee:

La simmetria bilaterale di un animale, la disposizione strutturata delle foglie in una pianta, l'amplificazione successiva della corsa agli armamenti, le pratiche del corteggiamento, la natura del gioco, la grammatica di una frase, il mistero dell'evoluzione biologica, e la crisi in cui oggi si trovano i rapporti tra l'uomo e l'ambiente (Bateson, 1977, Introduzione).

Per Bateson il cambiamento evolutivo avviene sempre all'interno della popolazione di una data specie quando l'ecosistema in cui vive raggiunge un punto in cui il cambiamento diventa spontaneo a causa della complessa interrelazione dei cambiamenti espressi nelle interazioni e negli sviluppi dentro e fuori quell'ecosistema. Ogni esito del cambiamento è frutto di "the unity of the combined system" (Bateson, 2002, p. 141). Non si può comprendere la vita di un organismo o di una specie astratta dal suo ambiente. I vari livelli di esistenza "cell and a tissue, between tissue and organ, organ and organism, and organism and society [...] are the hierarchies of units or Gestalten, in which each subunit is a part of the unit of next larger scope

[...] such that certain differences in the part have informational effect upon the larger unit, and vice versa” (Bateson, 1972, p. 464).

1.1.4 *L'ecologia dello sviluppo umano*

Uno sviluppo particolarmente interessante per le scienze dell'educazione avviene quando Bronfenbrenner (1979) formula le teorie dei *sistemi ecologici (ecological systems theory)* e dell'*ecologia dello sviluppo umano (ecology of human development)* per spiegare come il modo in cui i bambini interagiscono con il loro ambiente influenza il modo in cui essi crescono e si sviluppano. La sua teoria propone la formula $D = f(PE)$, sviluppo (D = development) è una funzione dell'interazione della persona (P) con l'ambiente (E = environment) ed enfatizza l'importanza di studiare i bambini in ambienti multipli, o sistemi ecologici, per poter comprendere il loro sviluppo complessivo.

I bambini si trovano in una rete di ecosistemi: *microsistemi* (un insieme di attività, ruoli e relazioni interpersonali in ambiti familiari come la famiglia o la scuola), *mesosistemi* (le interrelazioni fra due o più microsistemi (per esempio, relazioni fra bambini, genitori e insegnanti oppure fra casa e scuola), *esosistemi* (che influenzano lo sviluppo del bambino ma a cui non partecipa attivamente, come il lavoro del genitore che condiziona il tempo che ha disponibile per l'interazione con il bambino, oppure le opportunità di sviluppo professionale dell'insegnante che influenzano il suo modo di lavorare con i bambini), *macrosistemi* (riferiti a credenze, valori e comportamenti che esistono a livello della cultura e la società e che condizionano tutti gli altri livelli dei sistemi) e *cronosistemi* (riferiti ai cambiamenti nel tempo in ciascuno degli altri sistemi).

1.1.5 *L'ecologia ambientale*

Nella seconda metà del 900, soprattutto a causa di molteplici innovazioni tecnologiche, un numero crescente di Paesi hanno vissuto una prima, una seconda o addirittura una terza rivoluzione industriale che conseguentemente hanno portato alla diffusione di una consapevolezza dell'importanza di un'ecologia ambientale. Sono due gli elementi principali da ricordare che hanno animato questo sviluppo. Il primo è l'intensificazione massiccia dei processi di trasformazione dell'ambiente tra cui l'estrazione di materiali, la crescita di scarti e rifiuti, il deterioramento dell'ambiente, l'estinzione di specie animali, l'alterazione di processi ecosistemici e molti altri ancora. Il secondo elemento è invece l'aumento del benessere materiale di una più larga fascia di popolazione che porta alla richiesta di bisogni di un livello maggiore, tra cui quelli relativi alla qualità dell'ambiente di vita.

Queste nuove condizioni socioculturali, insieme ad una crescita nel livello di istruzione, hanno favorito la diffusione, tra gli anni Sessanta e Settanta, di tematiche riguardanti l'ecologia e l'ambiente. A partire da questa spinta, i maggiori Paesi sviluppati investono nella ricerca scientifica in questo campo attuando dei programmi di collaborazione, tra cui il MAB (*Man and the Biosphere*)¹, incentrato sulle relazioni tra uomo, gli altri organismi viventi e l'ambiente e l'IGBP (International Geosphere - Biosphere Program)². Oltre ad una crescita dell'ecologia come scienza autonoma, lo sviluppo della consapevolezza ambientale ha portato ad una "ambientalizzazione" di altre discipline tradizionali. Questo avviene ad esempio aggiungendo l'aggettivo "ambientale" o il sostantivo "ecologia" al nome classico della disciplina. È il caso ad esempio della fisica ambientale, della chimica ambientale, medicina ambientale oppure dell'ecologia agraria, dell'ecologia industriale.

Considerata dalla prospettiva dell'educazione ambientale, l'ecologia ha come oggetto principale di studio i processi ecosistemici e biosferici naturali nei quali l'uomo è visto essenzialmente come un agente esterno, di disturbo e alterazione o di intervento e controllo.

1.2 *Gli ecosistemi: struttura e funzioni*

Il concetto di ecosistema è stato introdotto dall'ecologo Tansley, il quale l'ha definito come "a biotic community or assemblage and its associated physical environment in a specific place (and time)" (1935, p. 299). Successivamente, Odom (1971, 1988) ha definito un ecosistema come una "unità che include tutti gli organismi di una data area interagenti con l'ambiente fisico in un modo tale che il flusso di energia porta a una ben definita struttura trofica, a una diversità biotica e a una ciclizzazione della materia all'interno del sistema" (1988, p.11). Un ecosistema è quindi l'insieme degli organismi viventi (fattori biotici) e della materia non vivente (fattori abiotici) che interagiscono in un determinato ambiente fisico-chimico e che mantengono un equilibrio e una omeostasi nel tempo attraverso il continuo scambio di materia ed energia.

¹ Il Programma "L'uomo e la biosfera" è un programma scientifico intergovernativo avviato dall'UNESCO nel 1971 per promuovere su base scientifica un rapporto equilibrato tra uomo e ambiente attraverso la tutela della biodiversità e le buone pratiche dello Sviluppo Sostenibile.

² L'IGBP era un programma di ricerca (1987-2015) per lo studio dei cambiamenti globali. La prospettiva dell'IGBP era fornire conoscenze scientifiche per migliorare la sostenibilità di ciò che vive sulla Terra studiando le interazioni tra i processi biologici, chimici, fisici e i sistemi umani.

1.2.1 *La struttura degli ecosistemi*

Un primo elemento che emerge da queste definizioni riguarda le due componenti fondamentali del concetto di ecosistema: i fattori biotici (*biotic community*), chiamati anche *biocenosi*, e quelli abiotici (*physical environment*), indicati anche come *biotopo*. Tra i primi elementi vengono inclusi vegetali, animali e microrganismi. Questi organismi sono organizzati in comunità, definite come l'insieme delle popolazioni (una popolazione è l'insieme di tutti gli individui di una stessa specie) che interagiscono tra di loro e condividono uno stesso spazio, ovvero vivono in un determinato ecosistema. Tra gli elementi abiotici invece, di natura chimico-fisica, si trovano fattori quali la temperatura, il pH, la concentrazione di sali minerali, la quantità di luce, l'ossigeno e l'anidride carbonica.

In ogni ecosistema, quindi, esistono diverse tipologie di specie che interagiscono tra di loro per sopravvivere, nutrirsi e riprodursi. Le modalità e gli effetti delle interazioni tra individui possono essere molto vari e si classificano in base a come influiscono sulla densità delle popolazioni, cioè il rapporto fra il numero di abitanti e la superficie del territorio. Quindi possono essere positivi (+) se l'aumentano, negativi (-) se la diminuiscono e neutrali (0) se non influenzano questo rapporto. Le principali forme di interazione sono:

- Competizione (-/-): organismi di due specie usano le stesse risorse limitate e hanno un impatto negativo l'una sull'altra. La competizione può essere anche interspecifica, quindi può avvenire anche tra organismi della stessa specie;
- Parassitismo (+/-): una stretta relazione a lungo termine, tra due specie in cui una trae benefici (i parassiti) a danno dell'altra (l'ospite);
- Predazione (+/-): i membri di una specie, i predatori, uccidono e si nutrono di tutto o parte del corpo degli organismi di un'altra specie, le prede;
- Commensalismo: (+/0): una lunga, stretta, interazione biologica in cui solo uno dei due partner trae vantaggio dalla convivenza, mentre l'altro non sembra avere nessun beneficio, ma neanche alcun danno. All'interno del commensalismo viene incluso anche l'inquilinismo che si verifica quando un organismo ne usa un altro come abitazione o supporto;
- Mutualismo (+/+): una lunga, stretta, interazione biologica tra organismi appartenenti a due specie diverse in cui entrambe le parti traggono un reciproco beneficio;
- Protocooperazione (+/+): interazione mutualistica tra due organismi ma non essenziale per la vita di entrambi, poiché possono vivere anche separati;
- Neutralismo (0/0): compresenza di diverse specie nella stessa area senza che nessuna di queste ne riceva beneficio o danno.

Ogni specie all'interno di un dato ecosistema occupa un determinato spazio che ha caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche che ne permettono la sopravvivenza in quel particolare ambiente. Queste caratteristiche vengono chiamate anche *nicchia ecologica*. La nicchia di una specie prende anche il nome di *ruolo ecologico*, il quale è definito dall'insieme di condizioni, risorse e interazioni di cui ha bisogno, o di cui può usufruire, in un iperspazio a n -dimensioni (Hutchinson, 1957, 1978). Nel caso della *competizione interspecifica*, quando due specie differenti occupano una nicchia ecologica simile o identica, il principio di *esclusione competitiva* (*competitive exclusion principle*), o il principio di Gause) afferma che esse non possono convivere, a causa degli effetti negativi dovuti alla diminuzione di disponibilità delle risorse usate da entrambe le specie (Gause, 1934, Tilman, 1977). Nel caso della *differenziazione di nicchia* (*resource partitioning*), le specie in competizione evolvono in modo da usare diversamente un ambiente comune e dunque coesistere (Walter, 1991).

Gli ecosistemi possono essere identificati su varie scale geografiche. A livello globale la biosfera terrestre, ovvero quelle zone della Terra in cui le condizioni ambientali permettono lo sviluppo della vita, è data da un insieme di ecosistemi di diverse dimensioni che vengono chiamati biomi. Essi sono classificati in base allo stato della vegetazione e della fauna, alla situazione climatica e alla localizzazione geografica. Attualmente esistono varie classificazioni di biomi, di cui una delle più recenti è quella realizzata dal WWF nel 1998, rivista e modificata nel 2002 (Figura 1.1).

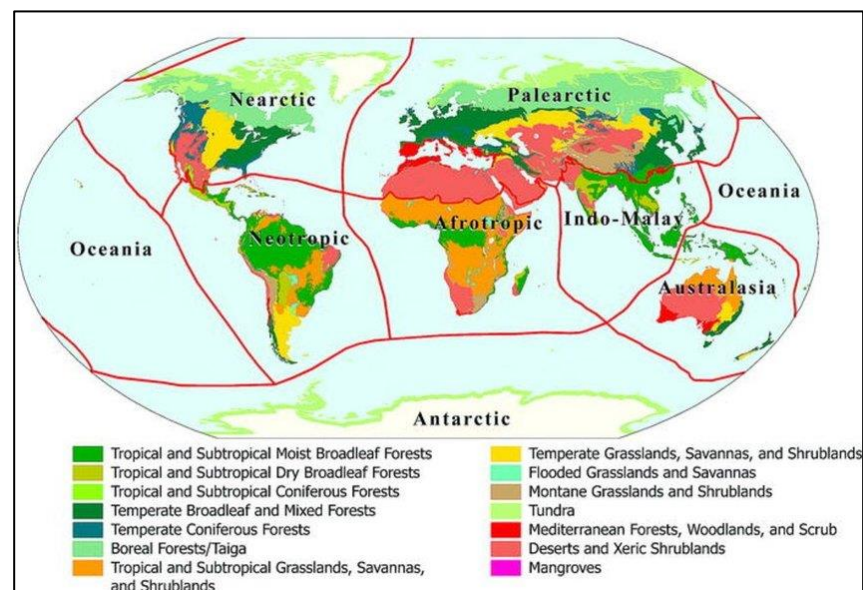


Figura 1.1. I biomi secondo il WWF

All'interno di questi macro-ecosistemi è possibile trovare numerosi ecosistemi di dimensione inferiore. Indipendentemente dalla scala di riferimento in ogni ecosistema, esistono sempre degli organismi che interagiscono con le componenti abiotiche. Ogni sistema inoltre tende verso il raggiungimento di un certo grado di stabilità, migliorando la propria organizzazione interna attraverso la regolarizzazione del numero totale o della ricchezza di specie (*species richness*) e il numero relativo di individui per specie o frequenza (*species evenness*) e delle relazioni tra essi.

1.2.2 *Il funzionamento degli ecosistemi*

Il funzionamento di un ecosistema è dato da due processi che avvengono e si alimentano reciprocamente al suo interno: un costante flusso di energia accompagnato da un continuo riciclaggio chimico della materia. Queste caratteristiche rendono l'ecosistema un sistema aperto, nel quale, a differenza di quelli chiusi o isolati, sia la materia che l'energia vengono scambiate sia tra le varie componenti del sistema, sia con l'ambiente circostante. Il flusso che si viene a creare può essere suddiviso in cinque tappe fondamentali:

1. Le radiazioni solari, fonte primaria, di energia vengono incorporate ed assorbite dagli organismi autotrofi.
2. Gli organismi autotrofi, ovvero i vegetali, chiamati anche produttori primari, attraverso il processo di fotosintesi clorofilliana trasformano l'energia solare in materia organica, tra cui le sostanze nutritive. Questo tasso di conversione di energia in materia organica viene chiamato produzione, o produttività primaria.
3. I consumatori, ovvero gli organismi incapaci di produrre autonomamente le sostanze nutritive, consumano la materia organica. Questi organismi si dividono in consumatori primari (o erbivori) che a loro volta sono preda dei consumatori secondari (o carnivori) e così via fino a raggiungere l'apice della catena alimentare. Ognuno di questi ordini viene chiamato livello trofico, ovvero un raggruppamento di individui, appartenenti a specie diverse, che si nutrono utilizzando la stessa forma di energia. La materia quindi, passando da organismo a organismo, subisce una serie di trasformazioni e viene riutilizzata.
4. Quando un consumatore muore la materia organica viene riciclata grazie a degli organismi chiamati decompositori. Questi sono esseri viventi microscopici, in prevalenza batteri e funghi, che, degradando organismi vegetali e animali morti, mineralizzano e restituiscono al terreno la materia organica che le piante hanno assorbito per produrre le sostanze nutritive.

5. Nell'ultima tappa del ciclo le componenti inorganiche vengono trasformate in altri composti minerali che possano essere sfruttati nuovamente dai produttori di materia organica.

In questo percorso è possibile quindi riconoscere diversi livelli trofici, i quali, presi in sequenza, creano una catena alimentare. Il primo livello trofico di questa catena è formato dai produttori primari, organismi autotrofi in grado di produrre il cibo per sé e per gli altri. Da questi, l'energia è trasferita ai consumatori primari, gli erbivori, che, appartenendo al secondo livello trofico, si nutrono di piante o alghe. Successivamente, l'energia rimasta viene trasferita agli organismi appartenenti al livello trofico superiore, i consumatori secondari, organismi che si nutrono di altri organismi. La catena può potenzialmente proseguire all'infinito con altri livelli trofici, finché non viene consumata tutta l'energia a disposizione. Infine, in tutti gli ecosistemi è presente il livello dei detritivori, che traggono energia dagli animali morti appartenenti agli altri livelli trofici. Questi organismi possono comprendere i saprofagi (animali che si nutrono di animali morti) e i decompositori (funghi e batteri che trasformano le sostanze organiche in composti inorganici). A ogni passaggio di livello trofico, circa il 90% dell'energia, ricavata inizialmente dai raggi solari, viene "dissipata" sotto forma di calore nell'ambiente circostante, per cui salendo di livello nella catena alimentare l'energia a disposizione per gli organismi risulta via via inferiore. In questo senso, il trasferimento, o scambio, di energia da un livello trofico al successivo risulta inefficiente, con una efficienza media del 10% circa. Questa inefficienza limita l'estensione delle catene alimentari e fa dedurre che gli organismi all'apice della catena devono essere di numero inferiore rispetto a quelli alla base. Il rapporto fra i livelli trofici può essere rappresentato sotto forma di una piramide dell'energia come nel seguente esempio di un ecosistema di acqua dolce (Figura 1.2).

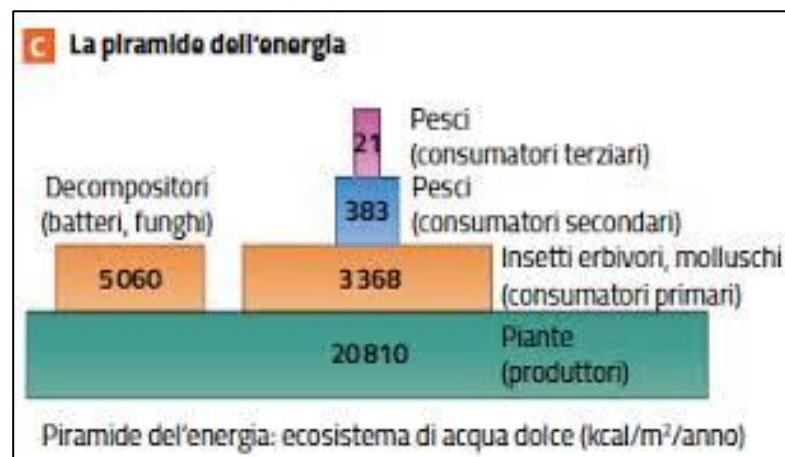


Figura 1.2. Piramide dell'energia

In generale è possibile suddividere la catena alimentare in due grandi categorie: la catena del pascolo e quella del detrito. La prima, partendo dalle piante verdi, prosegue con erbivori e carnivori; la seconda iniziando dalla materia organica morta arriva ai microorganismi e serve per restituire al sistema le sostanze minerali essenziali. È inoltre importante ricordare che ogni organismo può appartenere a un livello trofico differente, a seconda della catena alimentare presa in considerazione, e può essere contemporaneamente sia preda che predatore. Le catene alimentari risultano così collegate tra loro e possono attraverso le loro interazioni costituire delle reti alimentari (Figura 1.3).

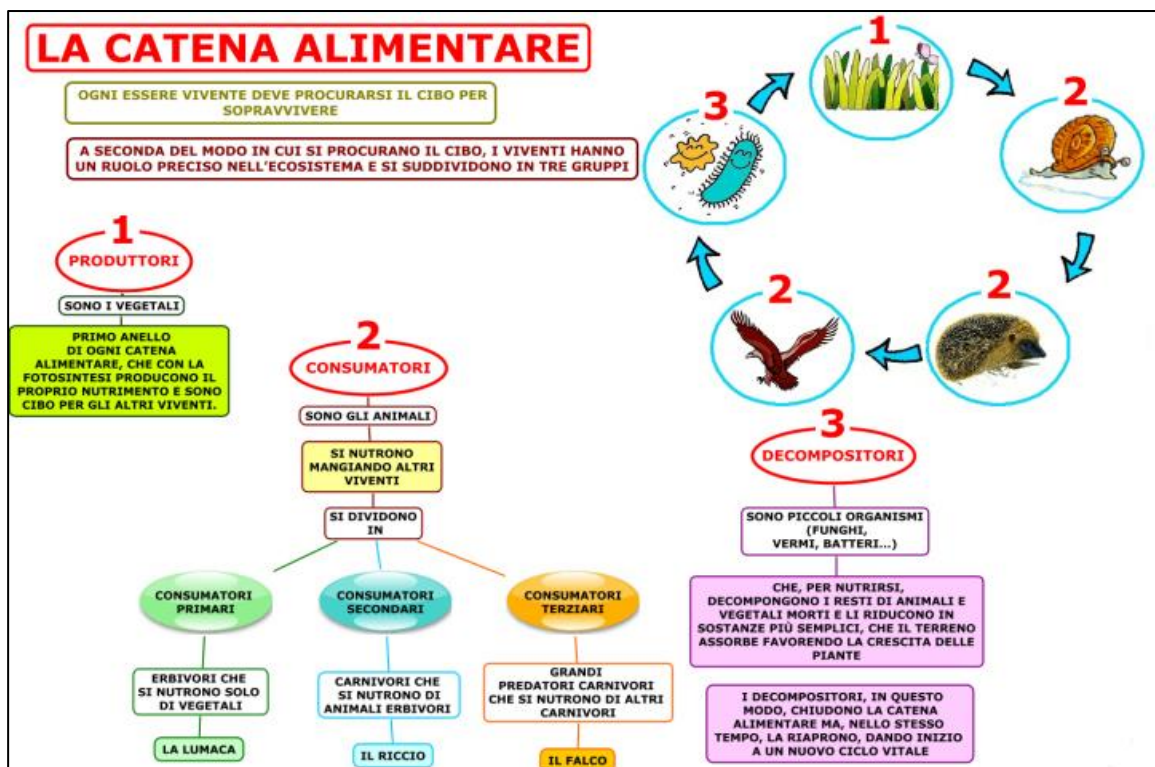


Figura 1.3. La catena alimentare

Al costante flusso di energia si intrecciano i cicli biogeochimici, ovvero dei processi di circolazione ciclica degli elementi chimici alimentati da flussi di energia solare ed energia geotermica. Come si evidenzia dal termine biogeochimico, questi cicli implicano che ci siano una fase biologica, indicata dal prefisso “bio”, che consiste in una fase di ricircolo delle sostanze tramite la componente biotica (produttori, consumatori e detritivori) del sistema e una “geo”logica, che riguarda la fase di riserva degli elementi che avviene nella componente abiotica (l’atmosfera, litosfera, l’idrosfera) del sistema.

La Terra è un sistema termodinamicamente aperto per quanto riguarda l’energia, ma chiuso riguardo alla materia. Risulta quindi necessario, per permettere agli organismi di

sopravvivere, riciclare e riutilizzare gli elementi naturali. In questi cicli gli elementi chimici vengono prelevati da alcuni organismi dai loro depositi naturali (chiamati anche pool di riserva), sono utilizzati, passando attraverso svariati composti, da una serie successiva di organismi, per poi ritornare al deposito iniziale. Questi cicli biogeochimici interessano tutti gli elementi presenti sulla Terra, e tra i più importanti ci sono l'azoto, il carbonio, il fosforo, e anche il ciclo dell'acqua. Inoltre, in tutti i cicli è presente un *pool di riserva*, un comparto ambientale, generalmente abiotico, grande e stabile, in cui è presente tanta componente di un dato elemento, non disponibile per gli organismi, nel quale l'elemento rimane per un certo tempo, chiamato tempo di residenza. In questi serbatoi di riserva le sostanze depositate si rinnovano in un certo periodo di tempo, il tempo di rinnovamento. A seconda di dove è localizzato il comparto di riserva i cicli vengono distinti in:

- Cicli biogeochimici gassosi (il pool di riserva è situato nell'atmosfera o nell'idrosfera). Tra questi troviamo ad esempio il ciclo dell'azoto;
- Cicli biogeochimici sedimentari (il pool di riserva è situato nella litosfera), ad esempio il ciclo del fosforo;
- Cicli biogeochimici misti (il pool di riserva può trovarsi sia in litosfera che in atmosfera o in idrosfera). È il caso del ciclo del carbonio e dello zolfo.

Oltre che ad un serbatoio di riserva, è possibile evidenziare anche un pool di scambio, che riguarda il comparto biologico del ciclo, ovvero gli scambi fra i diversi organismi.

I cicli biogeochimici sono numerosi. Per valutare quali sono i più importanti per la salute della Terra e per la sopravvivenza di noi esseri viventi possiamo prendere in considerazione il tasso di ricircolo. Esso viene definito come il rapporto tra il flusso di un elemento che entra nel ciclo biologico e quello che esce dal ciclo per finire seppellito nei pool di riserva. Questo tasso indica il numero di volte in cui un elemento viene scambiato tra gli organismi. Più il numero è elevato e più l'elemento in questione è importante per gli organismi viventi e viene dunque riciclato per un numero maggiore di volte. Ad esempio, il carbonio processato dalla fotosintesi è di 100 Gt (gigatone)/anno, mentre quello seppellito nei pozzi geologici è di 0,5 Gt/anno. Risulta dunque che il tasso di ricircolo, dato dal rapporto tra questi due indicatori è di $100/0,5 = 200$. Quello dell'azoto, per esempio, è di 571.

Per raggiungere una situazione di equilibrio un ecosistema deve affrontare diverse situazioni di passaggio, causate da perturbazioni, che gli permettono di raggiungere un nuovo equilibrio e un livello di organizzazione superiore stabile, chiamata anche *climax*. Il primo stadio, che caratterizza la vita di un ecosistema, viene chiamato *successione ecologica*, fase in cui si succedono comunità diverse che permettono all'ecosistema di diventare sempre più

complesso e strutturato. Può succedere a volte che a causa di una perturbazione esterna (disboscamento, incendio, alluvione) il sistema regredisca ad una tappa precedente ma, allo stesso tempo, il raggiungimento della fase successiva risulterà più rapido. Questo fenomeno prende il nome di *successione secondaria*. Quando interviene una qualsiasi forza fisica esterna, gli ecosistemi possono risultarne danneggiati a causa della morte degli organismi o della diminuzione della biomassa. Talvolta però queste perturbazioni possono anche avere dei risvolti positivi, ad esempio fornendo anche a nuove specie l'opportunità di colonizzare il sito perturbato. Le perturbazioni possono essere classificate in base ad alcune caratteristiche:

- *L'intensità*: misurata attraverso la quantità di biomassa o di popolazione che viene uccisa o rimossa dall'ecosistema durante un determinato fenomeno.
- *La frequenza*: numero medio di perturbazioni che si verificano in un certo intervallo di tempo.
- *La scala*: la dimensione dell'impatto della perturbazione sull'ecosistema. Solitamente solo le perturbazioni più intense modificano completamente l'organizzazione del sistema. Infatti, sovente un ecosistema è in grado di sopportare cambiamenti ambientali di grosse entità e ciò avviene attraverso due caratteristiche fondamentali.
- *La resistenza*: la capacità di un ecosistema di resistere a fattori perturbanti.
- *La resilienza*: la capacità di un sistema di ritornare ad uno stato di origine in seguito ad un evento perturbatore.

Normalmente questi due indicatori sono inversamente proporzionali. In questo modo, se un ecosistema è molto resistente risulterà allo stesso tempo poco resiliente e viceversa. Dopo ogni evento perturbatore l'ecosistema ricerca un nuovo stato di equilibrio raggiungendo di nuovo la *capacità portante (carrying capacity)*, ovvero il numero massimo di organismi che riesce a sostenere in base alle risorse che possiede.

1.2.3 *Servizi ecologici e biodiversità*

Gli ecosistemi possono essere suddivisi in diverse categorie in base al modo in cui le risorse che mettono a disposizione diventano servizi fruibili da parte di tutti gli esseri viventi e, per quanto riguarda l'uomo, essenziali per molte delle sue attività:

- *Servizi di supporto (supporting services)*: servizi che sono essenziali per lo sviluppo della vita sulla Terra, forniti dagli ecosistemi che aiutano altri processi naturali a svolgersi. Tra questi è possibile trovare la fotosintesi, la formazione del suolo, la nutrizione in natura, il ciclo dell'acqua, gli habitat per specie diverse, la biodiversità.

- *Servizi di fornitura (provisionary services)*: servizi che forniscono risorse che gli esseri viventi e gli umani possono utilizzare per sopravvivere, tra questi, acqua potabile, cibo, carburante, medicina e risorse sanitarie, materiali grezzi.
- *Servizi regolatori (regulatory services)*: servizi che permettono alla natura di resistere a problemi temporanei e che proteggono gli esseri viventi e gli uomini da alcuni pericoli. In particolare, questi servizi riguardano processi di controllo dell'erosione, purificazione dell'acqua, protezione contro le malattie, i parassiti e i disastri naturali, clima migliore, purificazione dell'aria, impollinazione.
- *Servizi culturali (cultural services)*: servizi particolarmente caratterizzanti per gli esseri umani e che rendono l'uomo felice di vivere nella natura e danno un senso alla vita. Più nello specifico, esempi significativi sono la bellezza della natura e valori spirituali, gli spazi esterni e turismo, il modo in cui la natura ispira e fornisce conoscenza, salute e relax.

Strettamente correlato a quello dei servizi ecologici forniti all'interno degli ecosistemi è il concetto della *biodiversità*, ovvero la varietà specifica e genetica degli esseri viventi e degli habitat ed ecosistemi ad essi correlati. La biodiversità di un determinato ecosistema è una funzione del rapporto fra la ricchezza e la frequenza delle specie presenti. Gli scienziati non sono in grado di stabilire in modo definitivo quante specie di organismi viventi possano esistere, ma ricerche diverse indicano che questo numero possa variare tra i 4 e i 100 milioni. Di esse solamente una piccola parte (1,5-1,8 milioni) è attualmente conosciuta, in quanto identificata e studiata: qualche decina di archeobatteri, 30.000 eubatteri, 40.000 funghi, 100.000 protisti, 250.000 piante e 1.800.000 animali. Nonostante i numeri elevati, la biodiversità sul nostro pianeta è comunque in pericolo. Si stima infatti che ogni giorno scompaiano tra le 50 e le 150 specie di organismi. L'estinzione è un fatto naturale, che si è sempre verificato nella storia della Terra, ma attualmente il tasso di perdita di biodiversità è dalle 100 alle 1000 volte più elevato rispetto al ritmo naturale. Infatti, il rapporto ONU (2019) sulla biodiversità e i servizi ecosistemici che ne dipendono ha evidenziato come la natura stia subendo un declino senza precedenti. Secondo gli autori del rapporto le cause sono quasi tutte legate all'azione dell'uomo.

1.3 *Alterazioni negli ecosistemi*

Un ecosistema è l'unità funzionale di base in ecologia (ovvero la più piccola entità), capace di autosostentamento attraverso l'utilizzazione di energia e la rigenerazione dei nutrienti e formata dall'interazione tra le componenti non biotiche (l'ambiente chimico-fisico) e quelle biotiche (gli organismi viventi). Di conseguenza, tutte le relazioni presenti tra le varie componenti del sistema devono funzionare in modo da essere bilanciate tra loro, cioè, mantenere uno stato di equilibrio. Talvolta però il funzionamento degli ecosistemi viene intaccato da impulsi esterni che nella maggior parte dei casi modificano l'organizzazione di queste strutture. Questi impulsi possono provenire da alterazioni interne o esterne alle componenti del sistema o da alterazioni causate dall'attività umana.

1.3.1 *Alterazioni di origine naturale*

Tra le alterazioni interne o esterne e di origine naturale è possibile distinguere cambiamenti lenti e costanti da modifiche rapide e improvvise.

Per quanto riguarda i primi elementi che comportano appunto un cambiamento graduale è possibile elencare:

- La temperatura;
- La quantità di acqua disponibile;
- Le caratteristiche del suolo;
- La luce;
- La quantità di ossigeno disciolto nell'acqua.

Questi fattori possono modificarsi col tempo, ma il loro cambiamento è solitamente lento, graduale e costante e permette all'ecosistema di modificarsi lentamente per adattarsi alle nuove condizioni.

Può succedere però che avvengano delle alterazioni del sistema, sempre di origine naturale, ma che modificano improvvisamente le caratteristiche del luogo e implicano un'immediata riorganizzazione del sistema. Esempi di cause e di cambiamenti di questo tipo sono:

- Terremoti: possono causare smottamenti, frane, erosioni che determinano ad un danneggiamento del substrato e della vegetazione;
- Slavine: possono causare smottamenti, frane, erosioni che determinano un danneggiamento del substrato e della vegetazione;

- Cambiamento del livello del mare: può causare inondazioni o prosciugamento che causano una variazione dell'umidità e un colo dell'onda;
- Forte pioggia: causa inondazioni che portano una variazione dell'umidità e un colo dell'onda;
- Colpo di fulmine/autocombustione: attraverso l'accensione di un fuoco che comporta la mineralizzazione e l'aumento di luce sul terreno;
- Vento e tempeste: comportano la caduta di alberi con conseguente danneggiamento della vegetazione e un aumento della luce sul terreno;
- Forti piogge e nevicata con gelo: comporta la caduta di alberi con conseguente danneggiamento della vegetazione;
- Forte gelo: causa la formazione di lastre di ghiaccio che comportano un danneggiamento della vegetazione e la formazione di crepe nel terreno;
- Megaerbivori: producono tracce e orme, morsi e aperture nel suolo;
- Castoro: crea costruzioni di dighe che modificano il cambiamento del livello dell'acqua che può portare all'inondazione di zone limitrofe, alla creazione di acque stagnanti e di zone di sedimenti;
- Calamità da insetti: possono danneggiare la vegetazione.

1.3.2 *Alterazioni di origine artificiale*

Nonostante esistano delle motivazioni naturali, come sostiene il rapporto redatto dall'ONU (2019), le cause principali che portano all'alterazione degli ecosistemi e alla conseguente perdita di biodiversità sono però legate all'azione umana. Le modalità di alterazione, che comportano una maggiore modifica dell'ecosistema, riguardano la superficie terrestre e i cicli biogeochimici del carbonio e dell'azoto.

In primo luogo, è importante ricordare che anche l'uomo contribuisce sensibilmente, attraverso le sue attività a modificare la superficie terrestre, sfruttando, talvolta eccessivamente, il regno minerale, vegetale e animale. Queste alterazioni possono essere causate da numerosi fattori diversi, tra cui l'estrazione di minerali, la bonifica di zone paludose, la deviazione di corsi d'acqua, la deforestazione, l'introduzione di specie aliene invasive. Molte attività umane causano un degrado del suolo e di conseguenza una riduzione o perdita della capacità produttiva biologica ed economica della risorsa del suolo. Questo processo di degrado è strettamente legato alla perdita di biodiversità e dei servizi ecosistemici.

L'altra modalità è l'alterazione di alcuni cicli biogeochimici, in particolare quello del carbonio e quello dell'azoto.

Il carbonio (C) è uno degli elementi fondamentali per la vita degli esseri viventi. Questo elemento, infatti, è parte fondamentale per la formazione di tutte le principali molecole, in particolare delle macromolecole (polisaccaridi, lipidi, proteine e acidi nucleici). Nonostante l'elevata importanza che esso ha per gli organismi, l'unica fonte di carbonio utilizzabile dai vegetali è l'anidride carbonica (CO₂), presente in parte nell'atmosfera e in parte disciolta nelle acque degli oceani. Durante il processo di fotosintesi operata da piante, alghe e fitoplancton, la CO₂ viene prelevata dall'ambiente e con l'intervento dell'energia luminosa viene fatta combinare con atomi di idrogeno provenienti dall'acqua (H₂O). In questo modo, il carbonio viene "fissato", cioè incorporato in composti organici, le biomolecole. In seguito, animali, piante e molti organismi decompositori, attraverso il processo metabolico della respirazione aerobica, scomponendo le biomolecole, riottengono i prodotti di partenza, cioè acqua e CO₂, che vengono restituiti all'ambiente. Altre imponenti quantità di carbonio vengono incorporate nei resti di antichi organismi marini e di piante che, nel corso dei tempi geologici, hanno subito processi di fossilizzazione, trasformandosi appunto in giacimenti di combustibili fossili (carbone, petrolio e gas naturale).

In seguito alla loro combustione per opera dell'uomo, enormi quantità di CO₂ vengono immesse nell'atmosfera, causando il conseguente aumento della concentrazione di questo gas, che è all'origine dell'incremento dell' "effetto serra". Questo è un fenomeno naturale e di per sé positivo, dato che, grazie ad esso, la temperatura della Terra non risulta eccessivamente bassa ed inospitale. Infatti, da un lato i gas serra (tra i quali CO₂, metano e ozono) favoriscono la riflessione verso terra dei raggi infrarossi, dall'altro trattengono parte del calore che così viene distribuito sulla superficie terrestre, mitigandone il clima. Nonostante ciò, a partire dal XIX secolo, dopo la prima rivoluzione industriale, a causa del massiccio utilizzo del carbone come combustibile nell'industria, nei trasporti e nel riscaldamento domestico, è possibile notare un incremento delle emissioni di gas serra nell'atmosfera. Durante il secolo successivo, soprattutto a causa dell'invenzione dell'automobile e del conseguente aumento di utilizzo di benzine e derivati del petrolio, l'emissione dei gas serra è cresciuta ancora in maniera esponenziale, fino ai giorni nostri. La principale conseguenza dell'effetto serra è l'innalzamento della temperatura media a livello globale, fenomeno che comporta diverse conseguenze: lo scioglimento dei ghiacciai, l'innalzamento del livello del mare, l'aumento delle ondate di calore, lunghi periodi di siccità, l'aumento delle zone aride, forti alluvioni, tempeste e uragani, la distruzione dell'habitat degli animali, l'estinzione di molte specie animali.

Il secondo ciclo che viene alterato dall'intervento dell'uomo è quello dell'azoto, un altro costituente fondamentale delle molecole organiche più importanti dal punto di vista biochimico

(DNA, proteine, alcune vitamine), oltre che di composti inorganici estremamente diffusi e importanti come l'ammoniaca e l'acido nitrico. Esso è principalmente presente nell'atmosfera, della quale costituisce il 78%. Nonostante sia fondamentale per gli esseri umani, per la costruzione di amminoacidi, proteine e acidi nucleici, l'azoto non può essere utilizzato dagli organismi (esseri umani e animali) nella forma gassosa originale perché esso è formato da una doppia molecola unita da un triplo legame molto stabile che la rende difficile da spezzare. Affinché l'azoto diventi utilizzabile deve essere *fissato* attraverso l'opera dei batteri *azotofissatori*, cioè, trasformato in composti inorganici solubili in acqua, in particolare sali di ammonio e nitrati, che possono essere facilmente utilizzabili anche dagli organismi. La reazione inversa alla fissazione è la *denitrificazione*. Questo processo, effettuato dai batteri *denitrificatori*, chiude il ciclo dell'azoto, trasformando nuovamente i nitrati in azoto molecolare che ritorna in atmosfera.

Nonostante questi processi in natura siano realizzati principalmente dai batteri, anche l'uomo, in maniera artificiale, attraverso un processo di fissazione industriale utilizzato per produrre fertilizzanti azotati, è in grado di scomporre la molecola di azoto, immettendo nell'atmosfera ulteriori sali azotati. Questo processo artificiale ha però un risvolto negativo. Infatti, per compensare alla carenza di azoto nei terreni agricoli si utilizzano grandi quantità di fertilizzante azotato. L'eccesso di questi composti si riversa per dilavamento nei corsi d'acqua, nei laghi e nei mari, causando il fenomeno di *eutrofizzazione*, ovvero un'anomala ed eccessiva proliferazione di alghe. Queste si depositano principalmente sulla superficie dell'acqua, formando talvolta numerose stratificazioni che limitano o impediscono lo scambio di ossigeno tra l'ambiente acquatico e l'atmosfera. La carenza di questo elemento, fondamentale per la vita degli organismi viventi, porta alla morte di molte specie dell'ecosistema lacustre.

1.3.3 *La crescita demografica*

Un'ulteriore causa che porta all'alterazione dell'ecosistema è la crescita della sua popolazione. A livello globale, a partire dal periodo della rivoluzione industriale la popolazione umana ha accelerato notevolmente la propria crescita, che fino ad allora risultava lenta e costante. Sul nostro pianeta siamo passati da 1 miliardo di persone circa presenti nel 1850, a due miliardi nel 1930, e a 7,8 miliardi nel 2020. Le principali cause del netto incremento riscontrato in questo ultimo secolo si possono identificare nel miglioramento delle condizioni e della speranza di vita e la conseguente diminuzione della mortalità. Nei primi anni del nuovo millennio si è registrato un calo nel tasso di crescita della popolazione che, secondo gli esperti, porterà ad una stabilizzazione della popolazione mondiale attorno agli 11 miliardi nel 2100.

Questa tendenza alla stabilità è dovuta ad una diminuzione del tasso di fecondità (TFT), che indica il numero medio di figli per donna in età feconda. Come viene evidenziato anche dai grafici sottostanti (Figure 1.4;1.5;1.6), mentre la popolazione continua a crescere, il tasso di crescita cala e il numero di figli per donna è diminuito nella maggior parte dei Paesi del mondo. In Italia, ad esempio, secondo i dati dell'Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT) si è passati da un tasso di 5,47 nel 1850; di 4,53 nel 1900; di 2,50 nel 1950; di 1,26 nel 2000; fino all'1,19 del 2020.

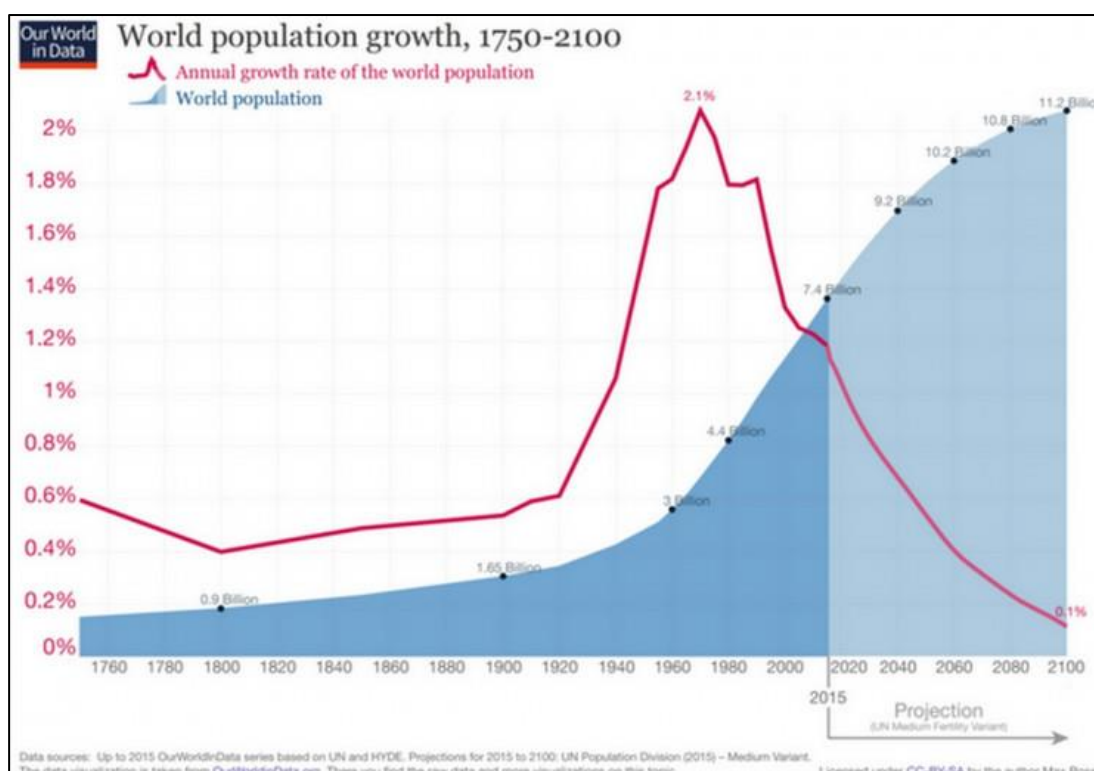


Figura 1.4. Evoluzione tasso di fecondità

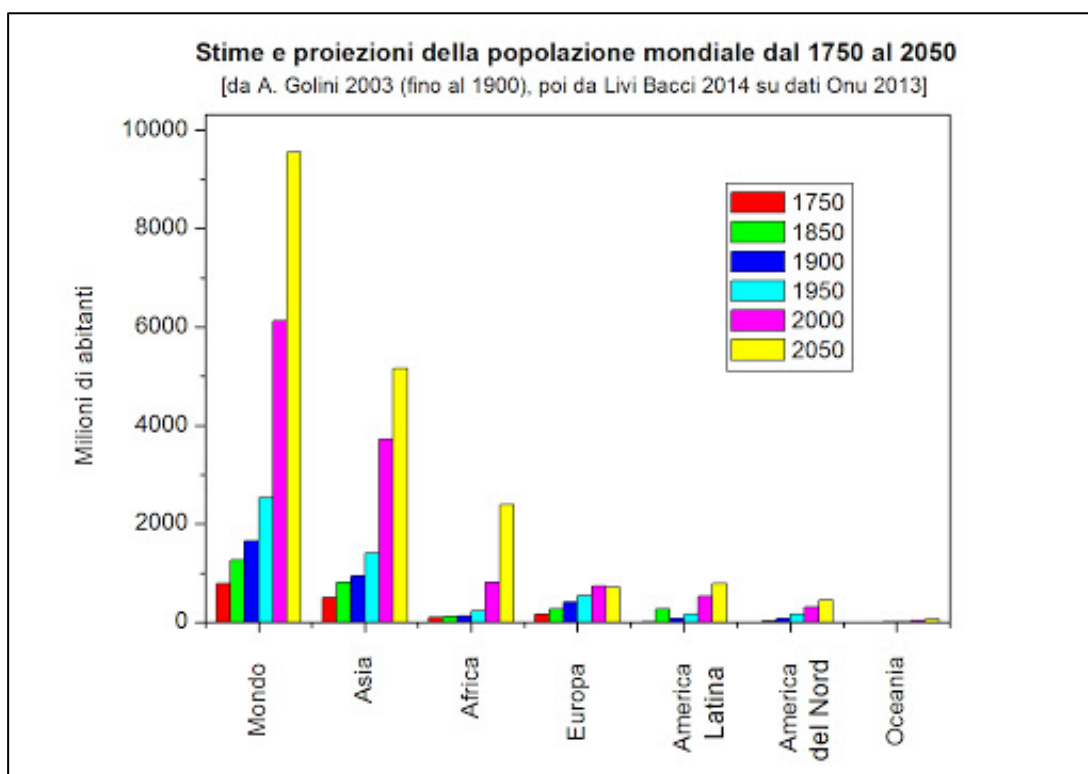


Figura 1.5. Stime e proiezioni della popolazione mondiale

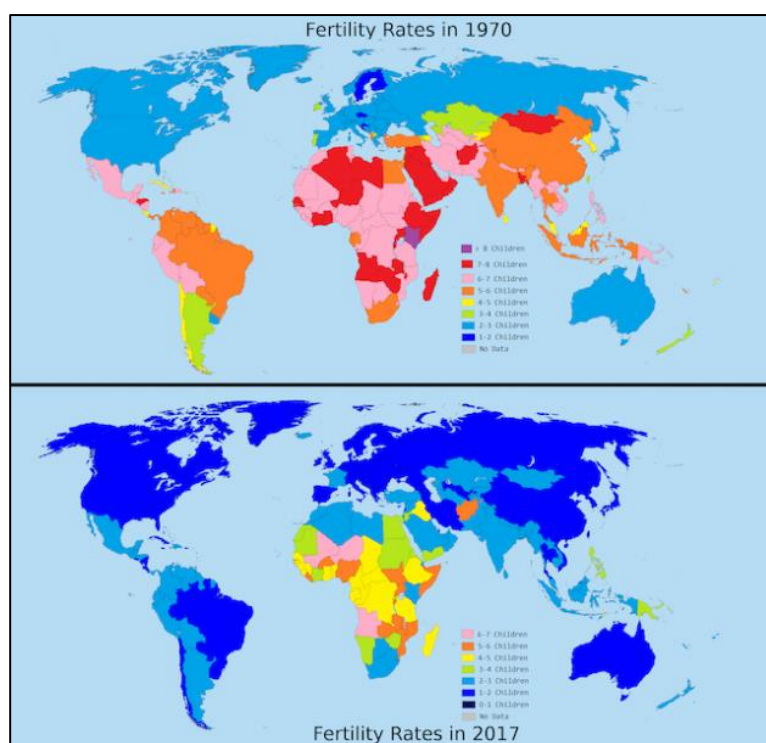


Figura 1.6. Evoluzione tassi di fertilità nel mondo

A partire dagli anni della rivoluzione industriale, un fenomeno che ha modificato drasticamente gli ecosistemi terrestri è l'urbanizzazione e la conseguente nascita degli ecosistemi urbani. Sino ad allora la maggioranza della popolazione viveva in zone rurali, nelle quali agricoltura, caccia, pesca, pastorizia e altre occupazioni basate sull'utilizzo delle risorse naturali producevano il supporto necessario per la sussistenza della popolazione. A partire dall'Ottocento, con l'inizio del fenomeno dell'industrializzazione, inizia gradualmente ad aumentare il numero di persone che risiedono nelle città (Figura 1.7). Agli inizi del 1800 circa il 2% della popolazione mondiale abitava in città, nel 1950 circa il 30%, mentre attualmente più della metà, circa il 55%, risiede nelle metropoli. Inoltre, il trend, come avvenuto negli ultimi decenni, è destinato a continuare. Si calcola che nel 2050 la quota sarà pari al 68% del totale (UN, 2018).

La crescente urbanizzazione porta a un perenne consumo del suolo, alla distruzione o alla trasformazione di interi ecosistemi e alla messa in pericolo della biodiversità. La conseguente diffusione di nuove infrastrutture, come strade o ponti, per il trasporto, di nuovi edifici, come uffici e fabbriche, per le attività economiche, e palazzoni come abitazioni, ha prodotto livelli crescenti di inquinamento. Oggi l'urbanizzazione è un fenomeno che si verifica in tutti i Paesi del mondo, sia quelli ricchi che quelli in via di sviluppo, principalmente in Asia e in Africa.

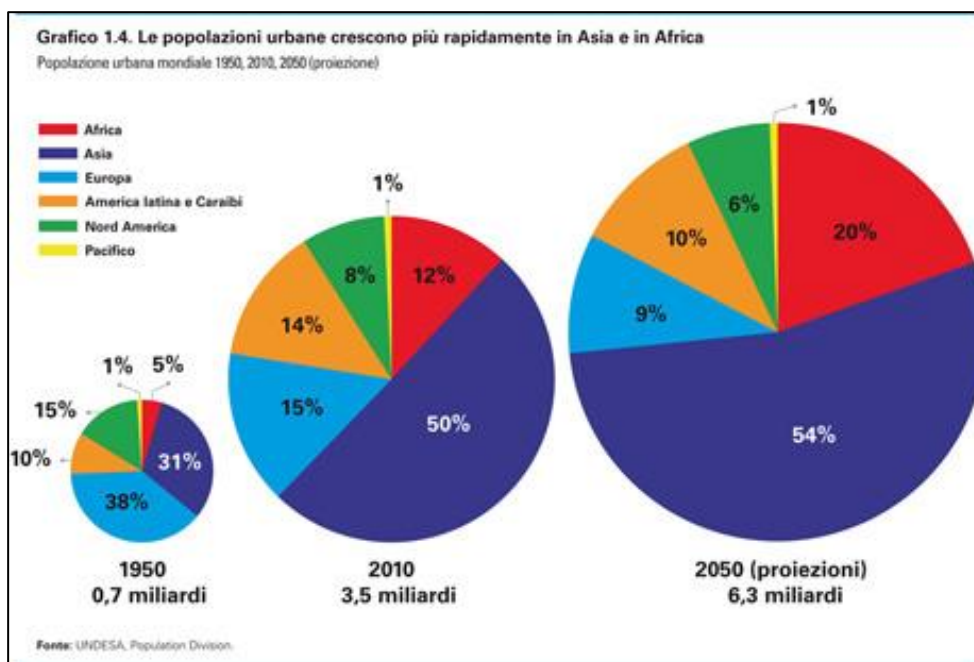


Figura 1.7. Crescita della popolazione mondiale

1.3.4 *L'avvento dell'Antropocene*

Gli ecosistemi, che solitamente si trovano in uno stato di equilibrio dinamico, a volte vengono esposti a molteplici rischi di disfunzione. Questi problemi sono però ridotti al minimo grazie a dei meccanismi di autoregolazione messi in atto dai vari sistemi. Uno di questi processi è l'omeostasi che si basa su una serie di meccanismi di retroazione che attraverso l'analisi delle caratteristiche dell'energia e/o dei materiali in uscita (output) regolano il flusso di quelli in entrata (input) per riportare uno stato di equilibrio.

La natura e la società umana modificano le strutture e i potenziali degli ecosistemi: le alterazioni hanno impatti che possono essere positivi e negativi, importanti o meno significativi. Però, l'impronta dell'essere umano sulla Terra è ormai così profonda che un numero crescente di scienziati ha cominciato a usare il termine *Antropocene* (Crutzen, 2005) per definire una nuova era geologica, che si stima essere iniziata 11.700 anni fa, al termine dell'era glaciale. Da allora le società umane si sono sviluppate, gradualmente, ma inesorabilmente, appropriandosi della terra per incrementare la produzione alimentare, costruendo insediamenti urbani e sviluppando nuovi modi di sfruttare le risorse idriche, minerarie ed energetiche del pianeta.

Dopo millenni di relativamente lenta alterazione, negli ultimi due secoli ha avuto luogo un processo di rapida trasformazione ambientale causata principalmente dall'impatto congiunto di tre fattori umani: l'aumento della popolazione, il consumo delle risorse e i processi di produzione. Queste caratteristiche dell'Antropocene hanno portato ad una concatenazione di fenomeni come il riscaldamento globale, il buco dell'ozono, le piogge acide, i fumi delle fabbriche e lo smog delle città e le pianure, l'acidificazione degli oceani, l'inquinamento dell'acqua dei mari, le deviazioni dei fiumi, la costruzione delle dighe e il prosciugamento dei laghi; l'erosione del suolo, la desertificazione, la deforestazione e la perdita della biodiversità.

Capitolo 2

L'ecosistema nel curriculum scolastico

L'ecologia e il concetto di ecosistema sono due tematiche che si sono rapidamente diffuse e hanno assunto col tempo una maggior importanza e considerazione all'interno delle scienze e della società. A livello legislativo questi argomenti sono stati inseriti nel grande ramo dell'educazione ambientale. Questa è un "processo per cui gli individui acquisiscono consapevolezza ed attenzione verso il loro ambiente; acquisiscono e scambiano conoscenze, valori, attitudini ed esperienze, come anche la determinazione che li metterà in grado di agire, individualmente o collettivamente, per risolvere i problemi attuali e futuri dell'ambiente" (IUCN, 2020). Queste parole sottolineano quanto sia importante inserire nel curriculum per la formazione dei giovani contenuti relativi all'educazione ambientale e allo sviluppo sostenibile.

Entrambi sono chiaramente due dei temi cruciali per lo sviluppo presente e futuro del nostro mondo. Ci troviamo infatti in un'epoca in cui tutti i continenti e tutti i paesi si trovano a compiere delle scelte che devono distaccarsi completamente da quelle del passato, incentrate sulla centralità della crescita economica e sulla grande produzione agro-industriale, per trovare un equilibrio tra produzione per il soddisfacimento dei bisogni umani e rispetto dell'ambiente da cui dipendiamo comunque. Affinché ciò accada è necessario che ci sia un profondo cambiamento di mentalità che interessi le grandi istituzioni, la scuola compresa, e di conseguenza coinvolga anche e soprattutto le nuove generazioni, le quali sono quelle più a rischio delle conseguenze devastanti delle alterazioni negli ecosistemi in corso e devono anche essere i protagonisti principali del cambiamento.

2.1 *La trasversalità dell'educazione ambientale*

È proprio a partire dalle istituzioni scolastiche, di ogni ordine e grado che, come sostiene il Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca (MIUR), bisogna far cominciare questa "nuova" educazione. In questo senso, "l'istruzione è l'unica risposta alla nuova domanda di competenze espresse dai mutamenti economici e sociali" attraverso lo sviluppo negli studenti di "curiosità per il mondo e il pensiero critico". Inoltre, vista la complessità dei temi toccati, l'educazione ambientale non può essere trattata solamente all'interno di una singola disciplina,

ma è necessario prevedere dei percorsi inter- e trans-disciplinari³, ed è per questo che l'educazione ambientale viene vista come trasversale all'intero curriculum (*cross-curricular theme*). In tutta Europa, e non solo, si stanno attuando politiche di sensibilizzazione nei confronti di queste tematiche e la scuola è il luogo di elezione per attivare progetti educativi sull'ambiente, la sostenibilità, la cittadinanza globale e per sostenere il lavoro dei giovani verso i 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile *dall'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile* dell'ONU (UNRIC, 2020).

A questo proposito, possiamo prendere a esempio la Gran Bretagna, anche per quanto riguarda la collaborazione fruttuosa fra il mondo delle ONG e la scuola⁴. Una delle associazioni che supportano l'insegnamento dell'educazione ambientale nel curriculum scolastico è la *National Association for Environmental Education* (NAEE). Essa è nata nel 1960 come la *National Rural Studies Association* ed ha modificato il suo nome con quello attuale nel 1971. L'obiettivo dell'associazione è quello di promuovere tutte le forme di educazione ambientale e supportare tutti coloro che sono coinvolti più o meno direttamente nella sua erogazione, in modo che insieme sia possibile comprendere e agire in base alla necessità di vivere in modo più sostenibile per proteggere il futuro del nostro pianeta. L'associazione sostiene fortemente che i giovani abbiano diritto a esperienze educative soprattutto nel loro ambiente locale, perché queste sono fondamentali per aiutare le persone a comprendere l'importanza della biosfera per tutta la vita sul pianeta, oltre che ad essere una fonte di benessere e realizzazione attraverso i servizi resi fruibili dagli ecosistemi, e fornire una motivazione verso una vita sostenibile.

Secondo la visione proposta dalla NAEE (2020) l'educazione ambientale può essere divisa in:

- Educazione nell'ambiente: utilizzare l'ambiente circostante dei bambini e il mondo in generale come risorsa per l'apprendimento. Questo può essere considerato l'elemento "pratico".
- Educazione all'ambiente: lo sviluppo della conoscenza e della comprensione dell'ambiente dovrebbe iniziare con una consapevolezza dell'ambiente locale per poi estendersi alla comprensione dei problemi ambientali globali.

³ Un approccio interdisciplinare è basato su un dialogo tra discipline diverse, in cui le discipline e coloro che le praticano si offrono reciprocamente un sostegno quando affrontano questioni complesse. Un approccio transdisciplinare mira a costruire nuove epistemologie e metodologie per andare al di là delle singole discipline, allo scopo di affrontare problemi nuovi di crescenti livelli di complessità.

⁴ L'importanza delle sinergie realizzate fra scuole e ONG è riconosciuta ovunque a livello mondiale come caratteristica fondante dell'educazione ambientale.

- Educazione per l'ambiente: lo sviluppo di atteggiamenti e comportamenti positivi nei confronti dell'ambiente. Questo può essere efficace solo se gli alunni padroneggiano già i due elementi precedenti.

L'educazione ambientale, in particolare collegata all'educazione all'aperto, è oggi considerata di fondamentale importanza dato che i bambini passano sempre meno tempo all'aria aperta negli ecosistemi naturali. Questo fenomeno è causato da diversi fattori come la chiusura di nidi d'infanzia e centri educativi all'aperto, la sempre maggior sedentarietà dei ragazzi dovuta alla diffusione e alla comodità delle tecnologie (esacerbata dalla pandemia di COVID-19 che nel 2020 ha colpito l'intero pianeta) e infine all'iperprotezione dei genitori che temono per la salute e la sicurezza dei loro figli.

Un'altra motivazione per la quale è opportuno studiare a livello scolastico gli ecosistemi è quella di rendere l'invisibile visibile ai nostri occhi e agli occhi dei bambini. Infatti, durante una qualsiasi giornata abbiamo a che fare e utilizziamo una grande varietà di beni, oggetti, servizi che la natura gratuitamente ci offre, che spesso diamo per scontati, ma che sono indispensabili per la nostra esistenza e che vengono prodotti attraverso il lavoro, essenziale ma silenzioso, svolto da una grande varietà di organismi. L'obiettivo dell'educazione ambientale è proprio quello di far scoprire e conoscere ai bambini tutti questi processi, spesso sconosciuti, che sono alla base della nostra vita e dunque di comprendere i benefici che riceviamo dal funzionamento degli ecosistemi.

Per questi motivi, in Gran Bretagna si è sviluppato la *Environmental Education in the Early Years Foundation Stage*⁵ (EYFS), un approccio all'educazione ambientale che ha come obiettivo la scoperta dell'ambiente naturale e la presa di coscienza dell'ambiente che ci circonda e in cui viviamo. Per raggiungere questi obiettivi l'EYFS si appoggia su tre caratteristiche principali:

- Giocare ed esplorare: i bambini utilizzano esperienze pratiche ed all'aperto per costruire concetti, testare idee ed indagare. Sviluppano un atteggiamento investigativo e curioso che permette loro di prendere dei rischi affrontando nuove esperienze e di utilizzare i fallimenti come opportunità di crescita.
- Apprendimento attivo: i bambini vengono coinvolti attivamente in attività di cui sono i protagonisti. Essi sono considerati come dei partecipanti attivi nell'apprendimento.
- Creare e pensare: i bambini attraverso il pensiero generano e sviluppano idee e strategie per raggiungere vari obiettivi, selezionano quelle che reputano più efficaci e le mettono

⁵ Nel mondo anglofono, Early Years Foundation Stage corrisponde all'età della scuola dell'infanzia italiana.

in pratica. Inoltre, utilizzano le preconoscenze che già possiedono e creano collegamenti tra esse per imparare cose nuove.

In generale, l'educazione ambientale a livello scolastico dovrebbe permettere ai bambini di sviluppare una curiosità verso il mondo che ci circonda e un desiderio di esplorare attraverso un approccio creativo ed investigativo. L'esplorazione deve avvenire attraverso l'utilizzo di tutti i sensi, di modo che si costruiscano dei concetti analizzando esperienze e fenomeni da più prospettive e a diversi livelli.

Per quanto riguarda l'Italia, uno dei passi fondamentali che sono stati fatti per promuovere l'educazione ambientale è stata l'elaborazione nel 2009 delle "Linee guida per l'educazione ambientale e allo sviluppo sostenibile", realizzate dal Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare (MATTM) insieme al MIUR. L'obiettivo di questo lavoro è quello di fornire degli orientamenti per poter elaborare dei curricoli e sviluppare attività didattiche riguardo all'ambito ambientale. Esse sono state concepite non come un manuale con indicazioni tecniche da rispettare, ma bensì come un supporto, uno strumento per costruire percorsi educativi diversificati. Il documento è costituito da otto percorsi didattici. Ognuno di questi affronta un tema fondamentale ed è costituito da due parti. Nella prima sezione è presente un inquadramento della tematica trattata nella quale sono presenti i riferimenti teorici da approfondire. Nella seconda invece sono presenti delle indicazioni, utili per gli insegnanti, per inserire la tematica all'interno del curricolo scolastico. Sono infatti indicate le finalità didattiche, le competenze da sviluppare, le metodologie e gli strumenti di lavoro.

Nel 2018 il MIUR e il MATTM hanno elaborato un Piano nazionale per l'Educazione ambientale nelle scuole italiane di ogni ordine e grado per sensibilizzare bambini e ragazzi, fin da giovanissimi, su temi come la sostenibilità ambientale e la qualità dello sviluppo che il paese deve prevedere. Tra le azioni proposte vi sono percorsi di Educazione ambientale per gli studenti, progetti e attività a supporto delle iniziative autonome delle scuole e programmi di formazione e aggiornamento per docenti e ATA, interventi per la qualificazione degli spazi educativi e degli edifici scolastici, nel rispetto della sostenibilità ambientale e di una migliore efficienza energetica. Sono inoltre previste azioni che favoriscano lo sviluppo di curricoli e di esperienze scuola-lavoro nel settore della green economy ed esperienze didattiche sul campo e viaggi d'istruzione in contesti naturali, quali le aree protette italiane e alle aree di interesse naturalistico.

Sempre nello stesso anno è stato redatto un altro documento di fondamentale importanza per la scuola italiana, le "Indicazioni Nazionali e nuovi scenari", elaborate dal Comitato Scientifico Nazionale per le Indicazioni Nazionali per il curricolo della scuola

dell'infanzia e del primo ciclo di istruzione. Il documento propone alle scuole una rilettura delle Indicazioni nazionali emanate nel 2012 ed entrate in vigore dall'anno scolastico 2013/2014 attraverso la lente delle competenze di cittadinanza, di cui si propone il rilancio e il rafforzamento. Uno dei temi principali che sono stati inseriti in queste nuove Indicazioni è quello della sostenibilità ambientale. Infatti, nel terzo paragrafo, intitolato appunto "L'educazione alla cittadinanza e alla sostenibilità", vengono citati una serie di riferimenti a raccomandazioni europee alle quali le Indicazioni Nazionali italiane hanno fatto riferimento. Uno dei rimandi più significativi è all'*Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile* dell'ONU. Questo è un programma d'azione sottoscritto nel settembre del 2015 dai governi dei 193 Paesi membri dell'ONU. In questo testo sono stati redatti 17 Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile che gli Stati si sono prefigurati di raggiungere tra il 2016 e il 2030.

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.

(UNRIC, 2019)

Scendendo più nel dettaglio, nell'obiettivo 13 viene sottolineato come sia importante “migliorare l'istruzione, la sensibilizzazione e la capacità umana e istituzionale per quanto riguarda la mitigazione del cambiamento climatico, l'adattamento, la riduzione dell'impatto e l'allerta tempestiva”. Risulta quindi evidente come anche in questo testo si dia molta importanza al ruolo che l'istruzione possiede nello sviluppo del tema della sostenibilità ambientale.

Per quanto riguarda invece le Indicazioni Nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo di istruzione del 2012, possiamo trovare qualche riferimento al tema dell'educazione ambientale sia nella sezione riservata alla scuola dell'infanzia che a quella per la scuola primaria. Nel primo caso è possibile evidenziare qualche riferimento nella parte riservata al campo di esperienza “La conoscenza del mondo”, in particolare:

Gli organismi animali e vegetali, osservati nei loro ambienti o in microambienti artificiali, possono suggerire un “modello di vivente” per capire i processi più elementari e la varietà dei modi di vivere. Si può così portare l'attenzione dei bambini sui cambiamenti insensibili o vistosi che avvengono nel loro corpo, in quello degli animali e delle piante e verso le continue trasformazioni dell'ambiente naturale (pp. 28-29).

Passando invece all'analisi della parte riservata alla scuola primaria, nella sezione riguardante l'insegnamento delle scienze è possibile trovare delle indicazioni a proposito dell'approccio e dell'atteggiamento che gli alunni dovranno avere con lo studio di questa materia:

L'alunno sviluppa atteggiamenti di curiosità e modi di guardare il mondo che lo stimolano a cercare spiegazioni di quello che vede succedere. Esplora i fenomeni con un approccio scientifico: con l'aiuto dell'insegnante, dei compagni, in modo

autonomo, osserva e descrive lo svolgersi dei fatti, formula domande, anche sulla base di ipotesi personali, propone e realizza semplici esperimenti (p. 67).

Inoltre, seguono dei riferimenti riguardo alle tematiche da affrontare con i bambini, in particolare sono evidenziati gli obiettivi da raggiungere al termine della classe quinta:

L'uomo i viventi e l'ambiente:

- Descrivere e interpretare il funzionamento del corpo come sistema complesso situato in un ambiente; costruire modelli plausibili sul funzionamento dei diversi apparati, elaborare primi modelli intuitivi di struttura cellulare.
- Avere cura della propria salute anche dal punto di vista alimentare e motorio. Acquisire le prime informazioni sulla riproduzione e la sessualità.
- Riconoscere, attraverso l'esperienza di coltivazioni, allevamenti, ecc. che la vita di ogni organismo è in relazione con altre e differenti forme di vita.
- Elaborare i primi elementi di classificazione animale e vegetale sulla base di osservazioni personali.
- Proseguire l'osservazione e l'interpretazione delle trasformazioni ambientali, ivi comprese quelle globali, in particolare quelle conseguenti all'azione modificatrice dell'uomo.

(p. 68)

2.2 *I nostri corpi, la nostra scuola e il nostro bosco come ecosistemi specifici*

La conoscenza e la cura dell'ambiente sono argomenti che riguardano tutti, poiché la nostra salute e la nostra esistenza dipendono strettamente da come consideriamo e utilizziamo la natura e le risorse che essa ci fornisce. Introdurre all'interno delle scuole progetti di educazione ambientale è fondamentale poiché permette di rendere più accessibili ai bambini i complessi concetti scientifici sottesi all'ecologia. È proprio a tal fine che è stato deciso di proporre un progetto didattico incentrato sulle tematiche ambientali ed in particolare sul concetto di ecosistema. Per avvicinare i bambini a questo concetto è stato pensato di portare gli alunni a scoprire gradualmente tre tipologie differenti di ecosistemi coi quali interagiscono praticamente tutti i giorni: il loro corpo, la loro scuola e il bosco. L'ordine di presentazione di questi tre elementi parte da quello più vicino a noi, con cui si hanno esperienze quotidiane, fino al bosco, il più distante dalla realtà degli alunni.

2.2.1 *I nostri corpi come ecosistemi*

Un primo ecosistema che può essere presentato ai bambini è il loro corpo. Il nostro organismo, nonostante sia il primo ecosistema con cui veniamo a contatto e che abbiamo sempre a portata di mano, raramente viene analizzato e studiato sotto questo punto di vista (Figura 2.1). Infatti, se si chiedesse a ciascuno di noi di pensare al concetto di ecosistema, a pochi verrebbe in mente proprio l'organismo umano.



Figura 2.1. *Thatababy*, by Trap

Il corpo umano, e in generale quello di un qualsiasi essere vivente, è infatti un vero e proprio ecosistema. Innanzitutto, pur essendo un organismo vivente, il corpo umano è un esempio del modo in cui elementi abiotici ed elementi biotici si intersecano e si alimentano a vicenda. Fra gli elementi abiotici, al 96% il nostro corpo è composto da quattro costituenti principali: per il 65% dall'ossigeno, per il 18% dal carbonio, per il 10% dall'idrogeno e per il 3% dall'azoto. L'alta percentuale di ossigeno è dovuta al fatto che esso entra nella composizione dell'acqua, la sostanza che compone almeno il 75% del nostro organismo. Pochi altri elementi costituiscono il rimanente 4%, soprattutto il calcio, il fosforo, il potassio e lo zolfo. Inoltre, ci sono circa 15 altri elementi che si trovano in tracce e che sono poco più di un decimillesimo del corpo. Anche se sono in tracce, la loro presenza è essenziale e l'organismo non potrebbe sopravvivere senza questi elementi.

All'interno del nostro corpo, tutti gli elementi, assunti principalmente quando consumiamo il cibo e l'acqua, si combinano per formare diversi tipi di composti che costituiscono le ossa, il sangue, i tessuti, gli organi e i liquidi corporei, nei quali partecipano a numerosi processi vitali, in particolare quelli metabolici. Le due funzioni principali di tutti gli elementi e i composti sono quella plastica – in quanto entrano nella composizione delle strutture

corporee – e quella catalitica – in quanto stimolano numerosi processi metabolici (Zoroddu et.al., 2019).

Allo stesso tempo, il nostro corpo ospita dentro di sé migliaia di altri organismi, che vivono in stretto equilibrio con il proprio ospite, condizionandone in molti casi la vita e rimanendone a loro volta influenzati (The Scientist, 2014). Sono per lo più microrganismi invisibili a occhio nudo, come acari, batteri, funghi, vermi, protozoi e virus. Essi possono essere semplici commensali o anche diventare, in alcune situazioni, veri e propri parassiti. In generale sono circa oltre 10 mila le specie presenti nel corpo umano, con cui conviviamo quotidianamente e costituiscono circa il 3% del peso totale del nostro corpo. Tutti i microrganismi presenti formano delle comunità, spesso anche ben organizzate, che creano il microbiota umano, il quale si differenzia da persona a persona.

Con il termine microrganismi si identificano tutti gli esseri viventi la cui dimensione non supera i 0,1 mm e li rende dunque impossibili da identificare ad occhio nudo. Spesso essi vivono all'interno di altri organismi e in base alla relazione che essi instaurano con l'organismo ospite possono risultare:

- Utili: producono sostanze utili all'essere umano;
- Patogeni: tendono a provocare malattie;
- Innocui: non influiscono sulle condizioni di salute della persona. Questi costituiscono la maggior parte dei microrganismi.

I microrganismi possono inoltre essere *procarioti* o *eucarioti*. La maggiore differenza tra le cellule di questi due gruppi di organismi sta nel fatto che i procarioti presentano il materiale genetico libero nel citoplasma, mentre negli eucarioti esso si trova segregato all'interno di un nucleo circondato da una membrana.

Le principali categorie di microrganismi nell'ecosistema corporeo

Tra le principali categorie di microrganismi che è possibile identificare nel corpo umano vi sono batteri, virus, funghi o miceti e protozoi.

- **Batteri**

Sono organismi unicellulari, dalle dimensioni di 0,3 – 1,5 micron (un milionesimo di metro), con completa autonomia vitale e replicativa. Sono visibili solo al microscopio ottico con particolari colorazioni.

In base al loro aspetto morfologico vengono classificati in (Figura 2.2):

- *Cocchi*, con forma sferica;
- *Bacilli*, con forma cilindrica;
- *Vibrioni*, con forma ricurva;
- *Spirillo e spirocheta*, con forma a spirale.

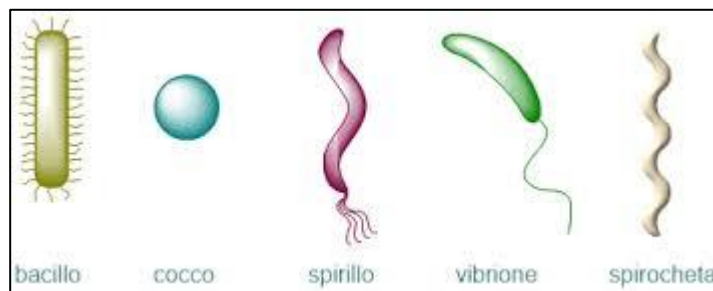


Figura 2.2. Tipologie di batteri

Inoltre, per distinguere le varie tipologie di batteri questi vengono sottoposti alla colorazione Gram. Si definiscono *Gram-positivi* quei batteri che rimangono colorati di blu o viola dopo aver subito la colorazione e si contrappongono ai batteri *Gram-negativi*, che invece rimangono rosa. Alcuni esempi di batteri Gram-positivi sono *Lattobacilli*, *Listeria*, *Stafilococchi*, *Streptococchi*. Tra i Gram-negativi è possibile ricordare *Citrobatteri*, *Enterobatteri*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas* e *Salmonella*. In genere le infezioni batteriche sono responsabili di malattie come tracheite, bronchite, polmonite, tonsillite, faringite, meningite, colera, cistite, diarrea, dissenteria, gonorrea, lebbra.

- Virus

Sono organismi subcellulari, con dimensioni dell'ordine dei nanometri (un milionesimo di metro), visibili solo al microscopio elettronico. Non sono capaci di vita autonoma, ma necessitano dell'apparato metabolico di una cellula. Quindi, per vivere e replicarsi, sono costretti ad infettare un altro organismo, sia animale che batterico. Tra i virus più conosciuti si annoverano *Adenovirus*, *Coronavirus*, *Herpesvirus*, *Hepatitis B*, *HIV* (Figura 2.3), *HPV* e tra le principali malattie che causano si trovano le infezioni come rosolia, morbillo, varicella, AIDS, herpes, mononucleosi, influenza, epatite, ebola.

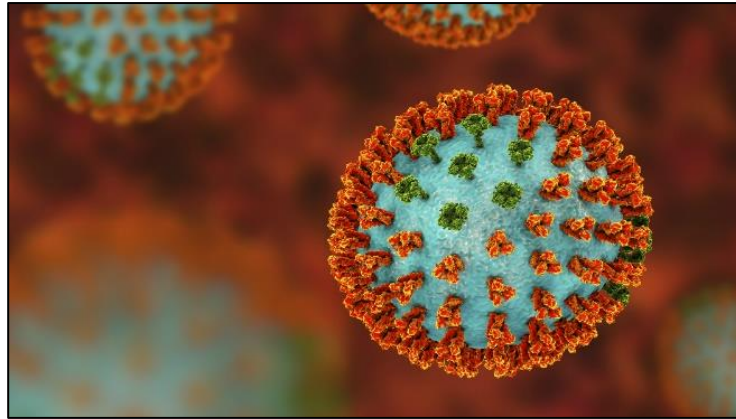


Figura 2.3. Virus dell'HIV

- Funghi o Miceti

Sono organismi eucarioti, unicellulari o pluricellulari, con dimensioni da 20 a 50 volte superiori a quelle della cellula batterica e si dividono in muffe, lieviti e funghi (Figure 2.4; 2.5; 2.6).



Figura 2.4. Muffa

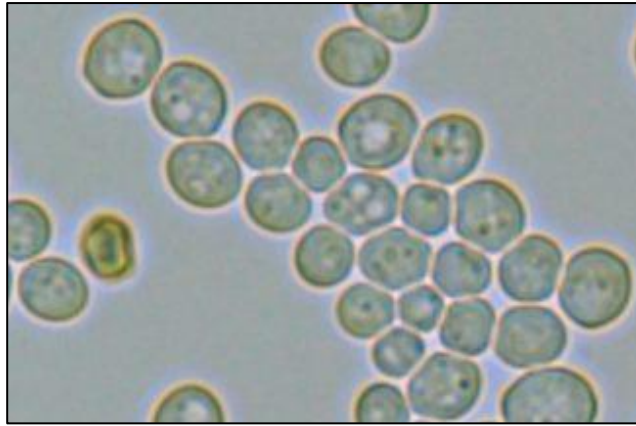


Figura 2.5. Lievito



Figura 2.6. Fungo

- Protozoi

Sono microrganismi unicellulari dotati di una struttura cellulare eucariota, più complessa rispetto a quella della cellula batterica e più simile a quella delle cellule animali. Alcuni esempi di protozoi (Figura 2.7) sono *Apicomplexa*, *Ascetospora*, *Ciliophora*, *Labyrinthophora*, *Microspora*, *Myxozoa*.



Figura 2.7. Protozoo

Le principali nicchie ecologiche dei microorganismi presenti nell'ecosistema corporeo.

Il microbiota umano si forma sin dalla nascita. Infatti, dopo la permanenza nell'utero, un ambiente sterile, quando il feto attraversa il canale vaginale, viene letteralmente ricoperto da microbi. Questo “battesimo batterico” è ritenuto molto indispensabile per iniziare in piena salute una nuova vita. I microbi nel nostro corpo sono presenti, non solo esternamente, nelle zone a diretto contatto con agenti esterni, ma anche, e soprattutto, internamente. Infatti, nessun tessuto umano è sterile, pertanto in qualsiasi parte del nostro corpo possiamo trovare dei microorganismi (Gilbert, et al., 2018).

Ogni organo e tessuto rappresenta un diverso ecosistema e i suoi abitanti hanno sviluppato caratteristiche idonee per vivere in ciascuna nicchia. Tra le principali zone corporee in cui è presente un elevato numero di microorganismi troviamo la cavità orale, in particolare la bocca, i polmoni, l'apparato digerente, l'intestino in particolare, gli organi sessuali e la pelle (Figura 2.8).

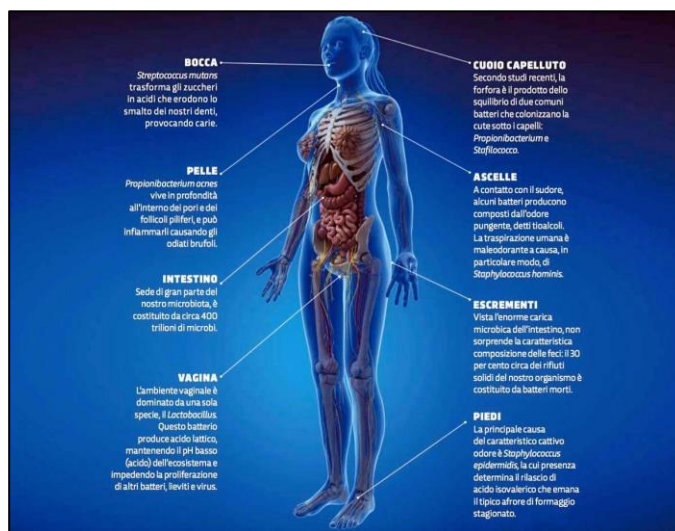


Figura 2.8. Principali nicchie ecologiche del corpo umano

Cavità orale

Un prima parte del corpo in cui è possibile trovare un numero elevato di batteri è la cavità orale. L'ecosistema orale è formato dai microorganismi orali e dalla cavità orale che li circonda. Questa è formata da numerosi habitat diversi, ognuno caratterizzato da fattori chimico-fisici differenti (come le labbra, le guance, il palato, I denti e il solco gengivale) che presentano variazioni nel tempo, sia a breve termine (nell'arco della giornata), sia a lungo termine (nel corso della vita). Inoltre, tutto l'ambiente orale presenta un'elevata umidità,

caratteristica particolarmente adatta per la riproduzione di batteri, causata dalla presenza di due fluidi: la saliva e il fluido crevicolare. In essa si evidenziano sia microorganismi stabili, che risiedono effettivamente nella cavità orale, sia di passaggio, organismi che transitano nella cavità per raggiungere la parte più interna del nostro organismo.

Nel 2010 il microbiologo Floyd Dewhirst ha identificato circa 700 specie microbiche che abitano nella bocca umana, in particolare sulla lingua sulle pareti orali e nel biofilm, la placca dentale che ricopre denti e gengive. Quest'ultima, infatti, scoperta per la prima volta nel 1676 da Antony van Leeuwenhoek, viene spesso chiamata anche placca batterica, dato che è composta da un agglomerato di batteri immersi all'interno di una sostanza solida chiamata matrice. Essa si forma immediatamente dopo i pasti e può essere ridotta solo parzialmente attraverso un lavaggio accurato dei denti. Per rimuoverla completamente è necessario effettuare una o due volte all'anno una pulizia dei denti professionale.

Polmoni

Anche all'interno dei polmoni sono presenti numerosi batteri. Il loro numero è però molto inferiore rispetto a quello presente in altre parti del nostro corpo. Infatti, il microbioma polmonare è circa 1.000 volte meno denso di quello orale. Sono pochi, infatti, i microorganismi in grado di sopravvivere nell'angusto ambiente polmonare. Tra questi vi sono specie come lo *Streptococco*, la *Prevotella* e la *Velionella*. Tra le malattie principali causate da infezioni batteriche ai polmoni ci sono la polmonite, la bronchite, la fibrosi cistica e la bronco pneumopatia cronica ostruttiva.

Apparato digerente e intestino

Un altro ambiente del nostro corpo che presenta un elevato numero di microorganismi è l'apparato digerente, in particolare l'intestino. Con il termine ecosistema intestinale si intende l'insieme delle funzioni e delle interazioni tra la barriera mucosale, il sistema immunitario locale e la microflora intestinale. Nel nostro intestino sono stati ad oggi identificati fino a 500 specie di batteri diversi, la cui concentrazione varia lungo il tubo digerente, aumentando in modo esponenziale nella zona oro-fecale. Nello stomaco e nel primo tratto dell'intestino tenue si ha una bassa concentrazione di batteri (10¹-10⁴ per grammo di contenuto) dovuta essenzialmente alla presenza di acido, bile e succo pancreatico non favorevole al loro sviluppo. La concentrazione batterica aumenta via via lungo l'intestino per arrivare a 10¹¹-10¹² microrganismi/g nel colon.

La flora batterica intestinale svolge alcune funzioni fondamentali per mantenere in salute il corpo. L'intestino, infatti, ha un ruolo sia endocrino che digestivo. Per il primo caso esso è essenziale perché secerne alcuni importanti ormoni, quali *la serotonina, la somatostatina, l'encefalina e la gastrina*, attraverso i quali viene regolato il funzionamento di diversi organi. Per quanto riguarda la funzione digestiva il cibo viene sottoposto ad una serie di trasformazioni fisico-chimiche attraverso cui le molecole complesse vengono convertite in unità sufficientemente piccole e a struttura chimica ben definita, in modo da poter essere assorbite a livello intestinale e poter essere utilizzate dall'intero organismo. Queste operazioni avvengono ad opera degli enzimi, proteine complesse capaci di indurre trasformazioni chimiche in altre sostanze in presenza di minerali e/o vitamine. Più nel dettaglio la microflora intestinale svolge la funzione di sintetizzare alcune vitamine, in particolar modo quelle del gruppo B, di digerire il lattosio, di fermentare i carboidrati, con produzione di acidi organici e di anidride carbonica. Essi, inoltre, svolgono azione antimicrobica: producono *acido acetico e acido lattico* che, riducendo il pH ambientale, inibiscono la crescita dei batteri potenzialmente patogeni, e producono sostanze ad attività antibiotica come *lattocidine, acidoline, acidolfina, perossido di idrogeno, batteriocidine*.

È dunque molto importante che tutti, compresi i bambini, preservino l'equilibrio batterico intestinale per favorire la digestione e il processo di espulsione degli scarti prodotti dal metabolismo. È possibile proteggere la salute della flora intestinale ricorrendo ad un tipo di dieta equilibrata, in particolare mangiando alimenti ricchi di fermenti lattici o, se necessario, assumendo integratori. Infatti, gli organismi intestinali sono facilmente danneggiabili attraverso un'alimentazione ricca di zuccheri, farine bianche, grassi saturi, ma anche per mezzo di periodi di stress eccessivo, di disturbi intestinali frequenti o dell'assunzione di antibiotici.

Organi sessuali

Come all'interno degli altri organi, anche all'interno della vagina sono presenti numerosi microrganismi. Questa è la zona del corpo con il più alto numero di batteri, che sono stati scoperti dal ginecologo tedesco Albert Döderlein nel 1892. La flora batterica sana della donna è costituita principalmente da *Lactobacilli* (oltre il 90%), ma anche da una serie variabile di altri microrganismi principalmente anaerobi come *l'Anaerococcus, la Finegoldia, la Prevotella*, e molti altri. La composizione della flora batterica vaginale varia da donna a donna e nella donna stessa a seconda dell'età, dell'attività sessuale, della fase del ciclo mestruale, dell'assunzione di contraccettivi ormonali e della presenza di eventuali gravidanze o meno.

In questo organo femminile, sono presenti anche batteri negativi che producono disturbi talvolta molto fastidiosi come bruciore, prurito, edema, perdite vaginali. Tra le infezioni principali vi sono *Vulvovaginiti da Trichomonas vaginalis* o da *Candida*, *Cerviciti*, *Uretriti*.

Anche all'interno del pene è possibile individuare una grande varietà di microrganismi. In particolare, il liquido seminale, con il suo pH leggermente basico e l'elevato contenuto di sostanze zuccherine, è l'ambiente ideale per la crescita di microrganismi. Dall'analisi della composizione del liquido seminale di uomini sani, si è visto come *Lactobacillus*, *Pseudomonas*, *Prevotella*, *Staphylococcus*, *Corynebacteria* e batteri lattici (*Lactobacillus* e *Streptococcus*) siano gli organismi più abbondanti. Tuttavia, come suggerisce la frequente discordanza di risultati degli studi, la variabilità interindividuale è elevata. In generale i batteri ospitati negli organi sessuali maschili possono influenzare la funzione riproduttiva e la salute del maschio e della sua prole.

La pelle

La flora batterica cutanea è costituita dai microrganismi che abitano la nostra pelle e che possono essere divisi in flora cutanea residente (organismi che colonizzano abitualmente la nostra pelle) e temporanea (organismi che si insediano in maniera transitoria e temporanea). La microflora cutanea si stabilisce principalmente nelle mani, che sono la parte del corpo che si trova a contatto con oggetti e superfici esterne e che per questo motivo è uno dei principali veicoli di trasmissione di microrganismi. Altre zone sono quelle più umide e più ricche di sebo, nonché le aree vicine agli orifizi cutanei, in particolare l'ano, la vulva, lo scroto, le ascelle, sotto il seno della donna, il cuoio capelluto, i piedi, le orecchie e l'ombelico. Tra i batteri aerobi e anaerobi che risiedono nel nostro corpo sono presenti *Staphylococcus Epidermidis*, *Staphylococcus Aureus*, *Propionibacterium Acnes*, *Streptococcus Pyogenes*. I batteri patogeni possono provocare dermatiti, tra cui follicoliti, orzaiolo, calazio.

Per mantenere il microbiota umano in equilibrio e per diminuire le trasmissioni di microrganismi parassiti endogeni ed esogeni è necessario avere una corretta igiene personale. Questa deve prendere in considerazione tutte le parti del nostro corpo, che devono essere pulite, lavate e disinfettate quotidianamente con prodotti adatti a seconda della specificità della zona interessata.

La medicina e i microrganismi presenti nell'ecosistema corporeo

Nel caso di malattie dovute alla presenza di microrganismi patogeni, la medicina ha sviluppato diversi tipi di strumenti. Gli antibiotici sono farmaci che combattono le infezioni

batteriche. Agiscono per uccidere i batteri oppure per impedirgli di riprodursi e permettere alle difese naturali del corpo (il sistema immunitario) di eliminare i batteri patogeni. Il primo antibiotico naturale, la penicillina, è stata scoperta nel 1928 da Alexander Fleming. I batteri mutano nel tempo e in questo modo sono progressivamente capaci di sviluppare una resistenza agli antibiotici.

Gli antibiotici non hanno alcuna efficacia contro i virus. In questo caso si somministrano farmaci antivirali, che inibiscono la capacità del virus di replicarsi. Sono necessarie varie classi di antivirali per contrastare i diversi tipi di virus, perché anche essi mutano nel tempo e sviluppano una resistenza agli antivirali. Per combattere i batteri e i virus patogeni, possono essere utilizzati anche i vaccini, ovvero dei preparati biologici che stimolano il sistema immunitario del corpo a riconoscere un microorganismo come estraneo, distruggerlo e anche “ricordarselo”, in modo che possa identificarlo e combatterlo più facilmente se riappare nell’organismo.

L’uso degli antibiotici può anche avere molti effetti collaterali sull’equilibrio della flora batterica nell’ecosistema del corpo, una parte importante della quale esercita un’attività di protezione da altri microorganismi estranei e patogeni, impedendogli di generare malattie e infezioni. Gli antibiotici sono una delle cause della distruzione di questo equilibrio perché intaccano l’esistenza dei batteri naturalmente presenti nel tratto gastrointestinale, nell’apparato respiratorio, nel cavo orale, negli organi sessuali e sulla cute. Un uso esagerato di antibiotici riduce la loro efficacia e aumenta la resistenza dei batteri. Occorre utilizzarli il meno possibile e agire per ridurre le infezioni causate dai batteri patogeni. Questo può essere promosso attraverso una vaccinazione più estesa, un miglioramento nelle condizioni igienico-sanitarie e la provvisione di acqua pulita a livello globale.

2.2.2 *La nostra scuola come ecosistema*

Il secondo ambiente preso in considerazione è la scuola. Anch’essa è infatti un vero e proprio ecosistema nel quale tutte le componenti, viventi e non-viventi, risultano interdipendenti tra loro in un rapporto dinamico. Clayton (2016) descrive la scuola come un ecosistema che si configura come una intersezione tra “actors such as teachers, school leaders, students, parents, technologists, civic entrepreneurs, designers, researchers, philanthropists and policy makers and the factors which enable them to come together to disrupt existing practice, design new learning models, and build new learning communities” (p.9).

Questa intersezione colloca l’ecosistema scuola al centro della rete di ecosistemi che determina lo sviluppo umano (Bronfenbrenner, 1979) e definisce il ruolo svolto dalla scuola

nello sviluppo di ogni bambino. A livello di *microsistema*, la scuola fornisce un insieme di attività, ruoli e relazioni interpersonali che costituiscono setting e formano nicchie ecologiche. Particolarmente importanti sono le interazioni che avvengono regolarmente e per un lungo periodo di tempo. Esse vengono chiamate processi prossimali (*proximal processes*). A livello di *mesosistema*, la scuola fa parte della rete di relazioni fra bambini, genitori e insegnanti e fra casa e scuola come ambienti educativi. A livello di *esosistema*, la scuola è influenzata da fattori come il lavoro del genitore che condiziona il tempo che ha disponibile per l'interazione con il bambino e con gli insegnanti, oppure dalle opportunità di sviluppo professionale degli insegnanti che determinano il loro modo di lavorare con i bambini e più in generale il clima e le caratteristiche della scuola come ecosistema. A livello di *macrosistema*, la scuola è costantemente condizionata da credenze, valori e comportamenti che esistono a livello della cultura e della società. Infine, a livello di *cronosistema*, la scuola è soggetta a tutti i cambiamenti nel tempo che accadono a ciascuno degli altri livelli dei sistemi intersecanti che si influenzano e si alimentano a vicenda.

Tra tutte le componenti biotiche, gli attori protagonisti dell'ecosistema scolastico sono innanzitutto gli apprendenti. La scuola esiste per creare un ambiente di apprendimento per chi la frequenta e, in base alle loro caratteristiche e le loro interazioni, i bambini della scuola dell'infanzia e della scuola primaria determinano le dinamiche e l'evoluzione di questo ambiente come ecosistema. Essi, in primo luogo, si influenzano reciprocamente, creando legami più o meno solidi. In secondo luogo, essi creano relazioni anche con altri soggetti all'interno della scuola, in particolare con gli insegnanti. La relazione alunno-insegnante è fondamentale non solo per l'apprendimento curricolare ma anche per la crescita emotiva e psicologica del bambino e, allo stesso tempo, per lo sviluppo professionale del docente. Infine, i bambini modificano e influenzano anche la componente abiotica della scuola, ad esempio formando, deformando e riformando il setting scolastico. Arredi, disposizione dei banchi, armadietti e molti altri fattori vengono quotidianamente manipolati dagli alunni che strutturano l'ambiente scolastico in base alle loro esigenze e preferenze.

Tutti gli elementi biotici e abiotici che fanno parte dell'ecosistema scolastico possono anche essere considerati dal punto di vista dei servizi ecologici che svolgono: servizi di supporto per lo svolgimento delle attività didattiche e le routine quotidiane e per lo sviluppo dei processi di apprendimento che vengono promossi; servizi di fornitura che forniscono risorse per tutti i partecipanti alla vita quotidiana della scuola e soprattutto ai bambini nella loro crescita fisica, cognitiva e affettiva; servizi regolatore che facilitano e controllano il funzionamento

della scuola come ecosistema; servizi culturali che promuovono benessere e danno un senso alla vita scolastica all'interno della vita complessiva di tutti i suoi attori.

Gli alunni sono inoltre solitamente suddivisi in classi, delle vere e proprie comunità di appartenenza, nelle quali gli alunni dovrebbero costruire relazioni di stima e fiducia reciproca. In ecologia la comunità viene definita e rappresentata dall'insieme di specie o popolazioni che vivono all'interno di uno spazio determinato. A questo proposito, come abbiamo già visto, i corpi di tutti i partecipanti alla vita scolastica sono anche ecosistemi, in quanto ospitano dentro di sé migliaia di altri organismi, che vivono in stretto equilibrio con il proprio ospite, condizionandone in molti casi la vita e rimanendone a loro volta influenzati. Questo fatto va sempre tenuto presente come componente fondamentale dell'educazione alla salute e dell'educazione alimentare. Inoltre, i bambini di un gruppo classe possono essere considerati come una popolazione, la quale può essere analizzata in termini della sua dimensione numerica (*population size*), la sua densità relativa allo spazio di cui dispone (*population density*), e la sua distribuzione negli spazi in cui i suoi componenti interagiscono e si relazionano (*population distribution*). La distribuzione del gruppo classe può offrire molti esempi delle tre modalità che si possono riscontrare negli organismi di qualunque popolazione: uniforme (per esempio, durante fasi plenarie di input), *random* (per esempio, durante attività condotte autonomamente o fasi di gioco libero), oppure in gruppi (*cluster*) durante attività come quelle basate sull'apprendimento cooperativo. Allo stesso tempo, comprendere la scuola come ecosistema ci può portare a considerare il concetto di comunità per come esso viene definito anche nella sociologia, disciplina che considera la comunità come un insieme di gruppi umani o di singoli individui che condividono, più o meno coscientemente, norme, valori e un qualche senso di appartenenza (Parsons, 1951, 1965). È compito dei docenti quindi dedicare particolare cura alla formazione della classe come gruppo, alla promozione di legami cooperativi e alla gestione di eventuali conflitti.

Analizzando la scuola sotto questo punto di vista si comprende come ogni elemento all'interno della scuola influenzi in maniera più o meno significativa altri aspetti. All'interno degli istituti scolastici vi è la tendenza a separare il sapere, concentrandosi sulle varie discipline scolastiche, dimenticandosi di essere all'interno di un ecosistema e di nutrire quotidianamente tutti gli aspetti che vanno al di là della mera didattica, come ad esempio le relazioni interpersonali.

Inoltre, la scuola, oltre ad essere lei stessa un ecosistema, è inserita all'interno di un più ampio ecosistema sociale che deve tenere in considerazione e con il quale deve stringere solidi rapporti. Come sostenuto anche dalle Indicazioni Nazionali (2012) “la scuola si apre alle

famiglie”. Famiglia e scuola sono infatti le due più grandi comunità educative all’interno delle quali gli alunni trascorrono la maggior parte del loro tempo. Insegnanti e genitori esercitano nei confronti dei bambini e dei ragazzi un ruolo educativo diverso ma complementare, per questo la loro collaborazione è uno dei presupposti essenziali per la buona riuscita del successo formativo. Questa alleanza educativa risulta efficace solo se vi è un impegno serio da entrambe parti supportato da un processo di comunicazione chiaro e sincero.

Sempre dalle Indicazioni Nazionali risulta che:

La scuola si apre (...) al territorio circostante, facendo perno sugli strumenti forniti dall’autonomia scolastica, che prima di essere un insieme di norme è un modo di concepire il rapporto delle scuole con le comunità di appartenenza, locali e nazionali. L’acquisizione dell’autonomia rappresenta un momento decisivo per le istituzioni scolastiche. Grazie a essa si è già avviato un processo di sempre maggiore responsabilizzazione condiviso dai docenti e dai dirigenti, che favorisce altresì la stretta connessione di ogni scuola con il suo territorio (p.6).

A tal fine la scuola “attiva risorse e iniziative mirate anche in collaborazione con gli enti locali e le altre agenzie educative del territorio” (p.14). Attraverso la creazione di questo legame è possibile far sì che gli alunni conoscano meglio il territorio in cui risiedono e, apportando il loro contributo, si considerino come dei partecipanti attivi all’interno della società. La relazione scuola-territorio influenza molti aspetti che rientrano nell’insegnamento. Primo fra tutti la geografia. Insegnanti e alunni vivono, nella maggior parte dei casi, nello stesso territorio, fanno esperienza degli stessi fenomeni ed elementi geografici, ed è proprio su questi aspetti comuni che sarebbe opportuno basare la didattica. Altri elementi che bisognerebbe assolutamente tenere in considerazione e che vengono influenzati dalla cultura e dal territorio di appartenenza di alunni, genitori e insegnanti sono la lingua e lo stile comunicativo utilizzato, la tipologia di relazioni che viene solitamente instaurata, i valori ai quali si dà maggior importanza.

Come per tutti gli altri ecosistemi, anche per l’ecosistema scuola è possibile definirne i confini in termini di scale molto variabili. È possibile quindi considerare come ecosistema una singola classe, oppure elementi presenti all’interno dell’intero edificio scolastico, o è possibile anche includere gli spazi aperti (parco giochi, giardino, orto scolastico...) o ancora allargare la visione e prendere in considerazione la scuola all’interno della comunità (città, villaggio, paese...) in cui è inserita. Nonostante si possa utilizzare una scala diversa per analizzare l’ecosistema scuola, è da ricordare comunque che nel caso avvenga un piccolo cambiamento al suo interno esso avrà delle conseguenze sull’ambiente circostante e viceversa. Se si modifica

l'ambiente circostante, anche l'ecosistema scuola ne verrà influenzato, insieme a tutte le sue componenti biotiche e abiotiche, e qualunque modifica ambientale avrà delle conseguenze per l'intera rete di ecosistemi coinvolta.

Questo concetto è ben illustrato nel libro *The Disappearance of Butterflies* di Josef H. Reichholf (2021), dove l'autore spiega come la trasformazione dell'agricoltura avvenuta negli ultimi tempi abbia influenzato notevolmente l'ambiente circostante. Infatti, lo sviluppo della monocoltura, l'uso intenso di fertilizzanti e di pesticidi ha trasformato l'ambiente agricolo. Le conseguenze dell'utilizzo di queste sostanze emergono non solo sul singolo terreno coltivato, ma anche nell'ambiente circostante che viene comunemente chiamato campagna. Questo aspetto comporta un importante paradosso. Mentre, come abbiamo già visto, negli ultimi decenni una crescente urbanizzazione ha portato a un perenne consumo del suolo, la distruzione o la trasformazione di interi ecosistemi e la messa in pericolo della biodiversità, oggi in molti casi la città risulta un ecosistema più sano e con una maggior presenza di biodiversità rispetto alla campagna. Reichholf parla appunto di “nature-friendly cities” e “inhospitable countryside”. La natura nelle metropoli, diversamente da quello che avviene nelle campagne, non viene considerata come una grande “resourcesphere” (Dodman et al., 2020), ovvero come un elemento a disposizione dell'uomo da poter sfruttare a suo piacimento, ma viene valorizzata e tutelata per la sua bellezza. Animali e piante sono considerati per le loro esigenze e questo ha fatto sì che le città siano diventate sovente delle piccole isole di biodiversità.

2.2.3 *Il nostro bosco come ecosistema*

L'ultimo ambiente che si è deciso di presentare agli alunni è il bosco. Anch'esso, infatti, è un ecosistema, in questo caso, naturale, che si forma cioè in natura e che riesce a raggiungere il suo equilibrio ecologico senza che sia necessario l'intervento dell'uomo.

E' stato preso in considerazione l'ecosistema boschivo vista l'elevata percentuale di boschi presenti sul territorio della regione Valle d'Aosta (Figura 2.9). In essa, infatti, su una superficie totale di 326.400 ha, circa 93.930 ha sono occupati da boschi e foreste. Questo dato corrisponde al 28,7% del territorio regionale ed escludendo le zone sterili d'alta quota l'indice sale al 48,7%. Inoltre, la superficie boscata è in costante aumento: se nel 1864 si stimavano 25.000 ettari di bosco, un secolo più tardi questi erano saliti a 66.000 e oggi sono quasi 100.000. Questo fenomeno è favorito dal fatto che il bosco ha riconquistato le zone meno favorevoli alle colture agrarie, progressivamente abbandonate dall'uomo.

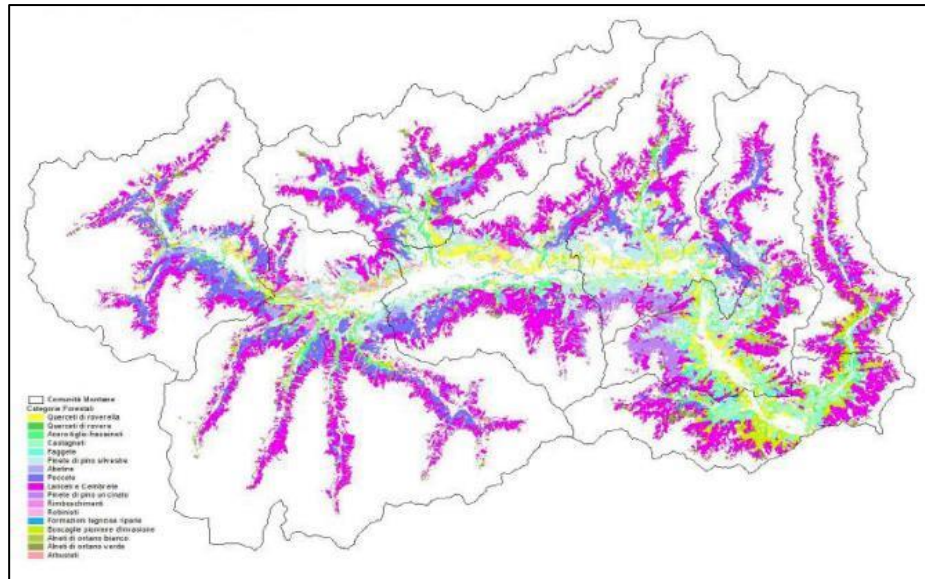


Figura 2.9. Diffusione e tipi forestali in Valle d'Aosta

Il bosco si definisce come una “associazione vegetale di alberi selvatici di alto fusto (e inoltre di arbusti, suffrutici ed erbe, che più propriamente costituiscono il «sottobosco») su una notevole estensione di terreno” (Bioforme, 2020). Il concetto di bosco viene sovente ed erroneamente confuso con quello di foresta, sebbene indichino rispettivamente due concetti diversi. A differenza del bosco, la foresta si estende su una superficie più vasta, ha una struttura di maggior complessità e risulta di formazione più antica.

Il bosco nel suo insieme costituisce un ecosistema complesso e affascinante in cui le piante, la fauna e le componenti non viventi sono strettamente legate tra loro in un equilibrio di tipo dinamico e permanente. Esso, come tutti gli ecosistemi, è composto da un insieme di elementi abiotici e biotici. Tra i primi fattori è possibile elencare: l'altitudine, la vicinanza del mare e l'eventuale presenza di correnti calde o fredde, la circolazione delle masse d'aria, la temperatura, l'umidità, le precipitazioni, la pressione atmosferica e i venti. Tutti questi elementi influenzano molto la composizione boschiva e l'ambiente circostante.

Per quanto riguarda invece gli aspetti biotici, i più diffusi sono i vegetali, in particolare le piante. Quest'ultime, all'interno di una zona boschiva, possono essere suddivise in tre categorie: alberi, arbusti e piante erbacee. Gli alberi si differenziano dagli arbusti per il loro tronco legnoso che cresce nel tempo e anche per la loro maggiore altezza. Essi creano nel bosco lo strato arboreo, che può costituire un bosco puro, formato cioè da una sola tipologia di alberi prevalente (ad esempio il querceto o la faggeta), oppure un bosco misto, se formato da varie tipologie di alberi. Successivamente vi sono gli arbusti che si differenziano dagli alberi perché hanno uno o più tronchi legnosi, ma sottili e di altezza poco elevata; essi formano nel bosco lo strato arbustivo. Infine, l'ultimo gruppo è formato dalle erbe che si distinguono per il fusto

sottile e non legnoso e che formano nel bosco lo strato erbaceo. In questo ambiente distinguiamo quindi tre strati:

- Strato erbaceo (muschi, erbe e fiori) fino a 20 cm;
- Strato arbustivo (agrifoglio, erica, corbezzolo...) fino a 5 m;
- Strato arboreo (faggio, abete, castagno, quercia...) fino a 50 m.

Nell'ecosistema bosco sono presenti, oltre agli organismi vegetali, anche quelli animali. Tra questi organismi si instaurano delle interazioni biologiche complesse di tipo simbiotico che possono comportare dei vantaggi o dei danneggiamenti per una o più specie. Un primo rapporto che può essere creato è il mutualismo. Essa consiste nella dipendenza e nell'interazione reciproca tra due organismi dalle quali traggono entrambi vantaggio. Un possibile esempio di questo fenomeno è la relazione che si instaura tra funghi e piante. Le ife del fungo circondano le radici della pianta e talvolta penetrano al suo interno, formando le *micorrizie*. Quest'unione comporta dei benefici per entrambi: il fungo aiuta la pianta ad assorbire azoto e sali minerali e ricava da essa i carboidrati prodotti con la fotosintesi. Un altro tipo di relazione simbiotica è il commensalismo, in cui un organismo trae vantaggio da un altro senza danneggiarlo. Per esempio, molte specie di orchidee si appoggiano al tronco di altre piante per potersi sviluppare. Le piante non traggono un beneficio dalla relazione con l'orchidea, ma non ne sono neanche danneggiate. Nel parassitismo invece, il parassita è completamente dipendente, almeno in una parte del suo ciclo vita dall'ospite, al quale in genere arreca dei danni. Tra i parassiti più comuni, soprattutto delle piante vi sono: gli afidi, i bruchi, le cimici, le cocciniglie, la mosca bianca.

Così come in tutti gli ecosistemi, anche all'interno del bosco vi è la presenza di una piramide alimentare ben definita. Gli organismi presenti in questo ambiente si suddividono infatti, in produttori, consumatori e decompositori (Figura 2.10). Tra i primi vi sono i vegetali (alberi, arbusti e piante erbacee) che sono in grado di autoprodursi le sostanze nutritive. In secondo luogo, si trovano i consumatori, che possono essere suddivisi in varie categorie. I consumatori primari sono gli animali, tra cui insetti e anellidi, che si nutrono di corteccia, germogli, foglie di alberi e alcuni erbivori. Nei consumatori secondari è possibile ricordare alcuni uccelli e mammiferi che si nutrono di insetti e piccoli anfibi. Vi sono poi quelli terziari, chiamati anche grandi predatori, che si cibano di uccelli, rettili e mammiferi. Infine, sono presenti i decompositori, batteri funghi e alcuni insetti che nutrendosi di scarti di rami, fiori, frutti e resti di animali per produrre e producono sostanze nutritive (humus) per altri organismi viventi.

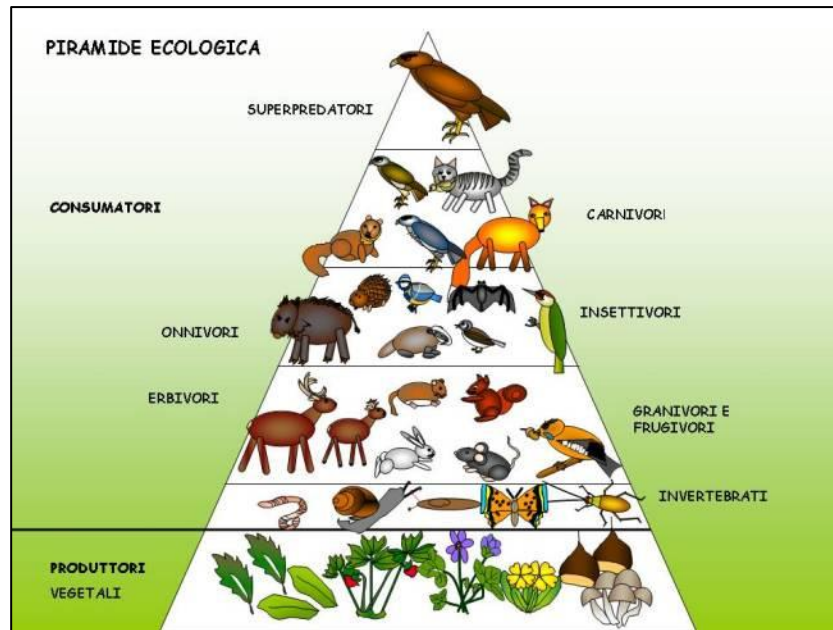


Figura 2.10. Piramide ecologica del bosco

Alla base della piramide alimentare vi è la *fotosintesi clorofilliana*. Essa permette il funzionamento dell'intero ecosistema, poiché favorisce la sopravvivenza delle piante che a loro volta rilasciano l'ossigeno che tutti noi respiriamo. La fotosintesi è un processo biochimico tipico degli organismi autotrofi, in particolare di tutte le piante verdi fotoautotrofe, poiché consente loro di trasformare l'energia proveniente dal sole in energia chimica che, attraverso una complessa serie di reazioni, viene immagazzinata nei legami presenti nella molecola del glucosio. Questo processo è suddiviso in due fasi:

- Fase luminosa (fase luce-dipendente) durante la quale l'energia solare viene assorbita e mutata in energia chimica.
- Fase oscura (fase luce-indipendente) in cui l'energia viene utilizzata per sintetizzare il glucosio.

Dal nome si potrebbe intuire che sono fasi estremamente legate alla presenza/assenza di luce, ma, in realtà, soltanto la fase luminosa necessita della presenza del sole, in quanto la luce solare deve essere assorbita dalla clorofilla per poi essere trasformata in energia utile. La fase oscura invece può avvenire in qualsiasi momento dato che con il termine "oscura" non ci si riferisce alla necessità di buio, ma semplicemente al non esserci luce solare diretta.

Durante la fase luminosa il processo fotosintetico si svolge nei cloroplasti, all'interno dei quali si trova un sistema di membrane con molecole di clorofilla (detto "fotosistema"). Tramite la clorofilla, la luce luminosa viene assorbita e utilizzata come fonte di energia, che permette di separare le molecole di H₂O e di sintetizzare l'ATP (adenosina trifosfato) e il NADPH (nicotinamide-adenin-dinucleotide-fosfato).

Nella fase oscura gli enzimi utilizzano l'energia chimica contenuta nell'ATP e nel NADPH per fissare la CO₂ a glucosio. Alla fine della fase oscura si sintetizza il glucosio (che successivamente può essere impiegato nella sintesi dei lipidi e amminoacidi). Quando il ciclo finisce l'ATP e il NADPH vengono trasformati in ADP e NADP⁺ e ritornano alla fase luminosa per riprendere un nuovo ciclo dove verranno nuovamente convertiti in ATP e NADPH.

Riassumendo (figura 2.11), l'acqua e i sali minerali assorbiti dal terreno e l'anidride carbonica assorbita dall'aria attraverso gli stomi, reagiscono, anche grazie all'energia solare, combinandosi tra loro e formando una sostanza complessa e ricca di energia: il glucosio (linfa elaborata), un particolare zucchero trasportato a tutta la pianta per il suo nutrimento. Durante tale reazione viene liberato nell'aria, sempre attraverso gli stomi, l'ossigeno, elemento indispensabile per la respirazione della maggior parte degli esseri viventi.

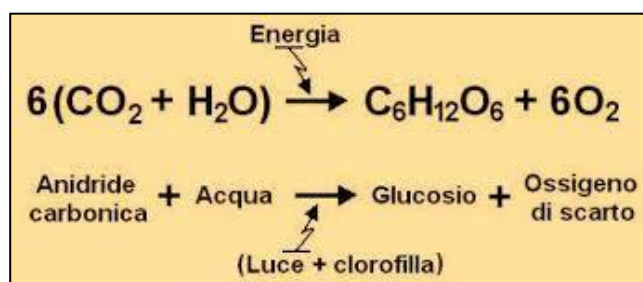


Figura 2.11. Fotosintesi clorofilliana

Per equilibrare il processo di fotosintesi vi è quello della respirazione cellulare. Questo consiste in una serie di processi metabolici attraverso i quali le cellule ottengono energia tramite la scomposizione dei nutrienti in molecole più semplici. La respirazione viene comunemente suddivisa in differenti fasi: la glicolisi, nella quale il glucosio, prodotto dalla fotosintesi, viene ossidato in piruvato; la decarbossilazione del piruvato, durante la quale viene rimosso un atomo di Carbonio al Piruvato; il Ciclo di Krebs, grazie al quale l'Acetil-CoA viene ossidato a CO₂ ed infine la fosforilazione ossidativa, tappa in cui vengono prodotte le molecole di ATP, molecola fondamentale per produrre energia.

Il bosco, che risulta dunque un complesso intreccio di relazioni, comporta anche numerosi benefici per l'ambiente circostante e per gli esseri umani attraverso le risorse che mettono a disposizione come servizi ecologici (di supporto, di fornitura, regolatore, culturali) e che sono fruibili da parte di tutti gli organismi viventi. Tra le principali funzioni espletate che costituiscono i servizi erogati da questo ecosistema si trovano:

- Funzione di tutela di biodiversità: il bosco è un grande produttore di sostanza organica che decomponendosi si trasforma in humus favorendo lo sviluppo di biodiversità sia dal

punto di vista vegetale che animale. Talvolta alcune zone boschive racchiuse in aree protette per permettere di tutelare alcuni animali in via di estinzione.

- Funzione idrogeologica: la presenza di alberi e cespugli nei boschi mitiga le condizioni estreme della temperatura, frena la forza del vento, limita l'evaporazione dell'acqua trattenendo l'umidità. Questa è una funzione importante, legata soprattutto alla traspirazione, poiché permette di trattenere e rilasciare umidità in piccole goccioline nell'aria o nel terreno contribuendo così al mantenimento dell'equilibrio idrologico. Anche se non risulta evidente, le radici degli alberi, degli arbusti e delle erbe trattengono il suolo, specialmente quando è più bagnato ed impediscono frane e alluvioni. Inoltre, sovente, la presenza degli alberi frena la discesa delle valanghe e la caduta dei massi, costituendo un'importante protezione per i centri abitati e le strade che si trovano a valle.
- Funzione regolatrice: i boschi, soprattutto quelli vicino alle città, svolgono un'importante funzione purificatrice poiché producono ossigeno, immagazzinano l'anidride carbonica (CO₂) prodotta in grande quantità dai processi di combustione industriali, dal ...migliora la qualità dell'aria traffico e dal riscaldamento e contribuiscono all'abbattimento delle polveri sottili presenti nell'aria. La vegetazione svolge un ruolo di filtro biologico assorbendo gli inquinanti gassosi attraverso le foglie e i metalli pesanti attraverso le radici. La loro presenza diventa quindi fondamentale per mitigare gli effetti dell'inquinamento e per combattere l'effetto serra, una delle maggiori minacce per la vita del pianeta.
- Funzione paesaggistica: indubbiamente la presenza di un bosco caratterizza la zona in cui essa si trova e spesso la rende interessante dal punto di vista paesaggistico. Inoltre, esso risana le ferite inferte al paesaggio da incendi, cave, edificazione eccessiva e calamità naturali. La presenza di spazi verdi da percorrere, in cui sostare e giocare o semplicemente da guardare ha, inoltre, un effetto benefico sul nostro umore.
- Funzione produttiva: il bosco è un serbatoio di risorse di diverso tipo. In esso, infatti si raccoglie il legno, che è una materia prima impiegata sia in cicli produttivi molto diversificati (le costruzioni, l'arredamento, gli imballaggi, etc.) sia per la produzione di energia (calore ed energia elettrica). Inoltre, sempre all'interno di questo ambiente è possibile trovare alcuni alimenti come frutti (castagne, fragoline, mirtilli, ribes...), funghi, tartufi.

Risulta quindi evidente come il bosco sia un ecosistema di fondamentale importanza per noi esseri umani per i numerosi benefici che comporta all'ambiente. Secondo il *Global*

forest resource assessment (2020) della Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO), le foreste del pianeta ricoprono circa 4 miliardi di ettari, il 27 per cento delle terre emerse. A scala globale in questi ultimi anni le foreste della Terra sono diminuite dello 0,13 per cento ogni anno, anche se questa tendenza sta, per fortuna, rallentando. Tra i principali fattori che portano alla diminuzione della superficie boschiva vi sono:

- Il disboscamento, ovvero l'eliminazione della vegetazione arborea, che può avvenire per diverse ragioni, ad esempio per coltivare, per costruire, per fare carta e cartone oppure per fare pascolare gli animali.
- Gli incendi boschivi che possono essere di causa naturale o antropiche.
- L'inquinamento e soprattutto i danni provocati dalle piogge acide.

L'enorme riduzione dei boschi ha provocato come conseguenza: un ridotto apporto di ossigeno nell'atmosfera e un conseguente aumento dell'anidride carbonica (effetto serra), disastri come frane, alluvioni, smottamenti; l'imbruttimento del territorio e l'estinzione di alcune specie animali e vegetali.

Per tutelare la composizione specifica dei popolamenti boschivi viene utilizzata la selvicoltura, ovvero la scienza che raggruppa l'insieme delle attività e delle tecniche che consentono di controllare crescita, composizione, struttura e qualità di un bosco. Gli aspetti primari da prendere in considerazione sono il governo ed il trattamento del bosco: per forma di governo si intende l'assetto del bosco che deriva dalla modalità di rinnovazione (fustaia, ceduo, etc. e le loro sottocategorie), per trattamento si intende l'insieme delle pratiche colturali da effettuarsi nel bosco, in particolare il tipo di taglio che si effettua in un soprassuolo boschivo per assicurarne la rinnovazione.

Capitolo 3

Un approccio all'apprendimento basato sull'intreccio complementare di componenti di esplorazione, immaginazione e narrazione

Nonostante in questi ultimi anni, anche grazie ai programmi disciplinari contenuti nelle Indicazioni per il Curricolo, si sia capita l'importanza del ruolo della scuola di diffondere tra gli alunni una cultura ecologica, l'approccio adoperato e le metodologie maggiormente utilizzate raramente prevedono la presenza di esperienze personali, soprattutto di tipo pratico e concreto, multidisciplinare e interdisciplinare, preferendo una didattica tradizionale. Questo comporta un apprendimento formale e soprattutto riduzionista, basato su tassonomie, classificazioni, terminologie ed elenchi, che non coinvolge direttamente l'apprendente, non gli permette di cogliere la reale complessità del mondo che ci circonda e di cui facciamo parte, e che dunque risulta poco pertinente o spendibile nella propria vita come soggetto ecologico.

Un altro aspetto che limita l'esperienza ecologica scolastica è la scarsa formazione iniziale dei docenti, che di conseguenza, possedendo poche e talvolta errate informazioni di base, preferiscono tralasciare questo tipo di insegnamento. Questa carenza potrebbe essere colmata proponendo corsi di formazione in collaborazione con enti specializzati, come le Università, che forniscono agli insegnanti strumenti teorico-didattici che favoriscano la progettazione di percorsi disciplinari in cui gli allievi giungano in modo autonomo alla comprensione della realtà che li circonda. Porre molta attenzione alla formazione degli insegnanti significa gettare le basi per un insegnamento che tiene conto dell'importanza di una prospettiva ecologica più efficace e stabile per i bambini che potranno diventare futuri cittadini consapevoli, attivi e responsabili.

3.1 *Un apprendimento attivo*

Per far sì che l'esperienza didattica risulti significativa bisogna proporre delle attività che prevedano una modalità d'insegnamento centrata sul ruolo attivo di chi apprende e allo stesso tempo sul decentramento della figura di insegnante. In questo modo, l'apprendente diventa soggetto del proprio apprendimento e non solo oggetto dell'insegnamento altrui. L'insegnante deve saper abbandonare il ruolo tradizionale di erogatore di informazioni per assumere quello di mediatore del processo di costruzione della conoscenza e di guida per gli

alunni per permettere loro di osservare, interpretare, formulare e verificare ipotesi in maniera autonoma sui fenomeni che incontrano attraverso l'esperienza. Inoltre, chi insegna deve promuovere in chi apprende un senso critico, fornendogli soprattutto gli strumenti necessari per individuare, selezionare e analizzare contenuti introdotti e scoperti. Durante le attività proposte, l'insegnante deve lasciare agli alunni tutto il tempo di cui necessitano per osservare, ipotizzare, provare, riprovare, progettare, inventare, costruire, darsi spiegazioni e a porsi nuove domande, adattando così il proprio insegnamento ai loro tempi di apprendimento. Questo tipo di esperienza, a differenza di una didattica trasmissiva, suscita nei bambini interesse e curiosità nei confronti dell'oggetto di studio, aumenta i loro tempi di attenzione e favorisce un apprendimento più efficace e duraturo.

Un approccio del genere è stato proposto da diversi autori, anche all'interno di teorie pedagogiche differenti. Per Maria Montessori la richiesta naturale e spontanea del bambino all'insegnante è "aiutami a fare da solo" (Montessori, 1950). L'idea di base di tutta la pedagogia Montessoriana è quella che l'alunno sia un soggetto attivo, competente e autonomo, anche grazie alla progettazione di un ambiente idoneo che gli permette di agire, esplorare i suoi interessi e scoprire il mondo in maniera libera e costruttiva. Il bambino deve poter lavorare liberamente con tutti gli elementi biotici e abiotici che fanno parte dei suoi ambienti quotidiani. Secondo Montessori, la mente "assorbe" attraverso l'esperienza attiva. I processi di apprendimento non si compiono attraverso l'input dell'insegnante, ma piuttosto attraverso le esperienze del bambino. Quando i suoi ambienti forniscono le esperienze di cui ha bisogno, l'apprendimento diventa un processo naturale effettuato spontaneamente dal bambino.

Molti autori distinguono fra due idee dell'apprendimento:

- L'apprendimento passivo, che prevede lezioni frontali, lettura, ascolto di registrazioni o visioni di film, e che produce basse percentuali di memorizzazione da parte di chi apprende.
- L'apprendimento attivo, in cui si collocano le esperienze concrete, manuali, esplorative e partecipative.

Nell'apprendimento attivo, lavorando individualmente o in gruppi, gli apprendenti sono incoraggiati a formulare domande e cercare risposte, porre e risolvere problemi, riflettere, discutere e generare idee. L'apprendimento attivo avviene quando chi apprende diventa protagonista della propria esperienza di apprendimento e responsabile sia per ciò che impara per come lo impara. Di conseguenza, questo potenzia i processi metacognitivi sottesi a un apprendimento durevole nel tempo e una crescente capacità di apprendere (Pintrich, 2002).

Quando il bambino diventa soggetto attivo, sono numerosi i canali attraverso i quali può avvenire apprendimento. Questa molteplicità di possibili modalità è sostenuta in particolare dalla teoria sugli stili di apprendimento. Secondo Cadamuro (2004) lo stile di apprendimento è “la tendenza di una persona a preferire un certo modo di apprendere-studiare; riguarda la sua modalità di percepire e reagire ai compiti legati all’apprendimento, attraverso la quale mette in atto, o sceglie, i comportamenti e le strategie per apprendere” (p. 48).

Gli elementi che caratterizzano la modalità particolare con cui un soggetto apprende possono essere divisi in differenti categorie:

- Le preferenze fisiche e ambientali (relative, ad esempio, agli stati fisiologici o al luogo e al tempo dello studio).
- Le modalità sensoriali: queste possono essere suddivise in
 - modalità visivo-verbale, prediletta dai soggetti che apprendono meglio leggendo e scrivendo;
 - modalità visivo-verbali, che sfrutta la potenzialità di tutto ciò che riguarda il *visual learning*, come immagini, disegni, fotografie, simboli, mappe concettuali;
 - modalità uditive, che privilegiano l’ascolto;
 - modalità cinestetiche, utilizzate dai soggetti che imparano meglio muovendosi e facendo esperienze concrete.
- Gli stili cognitivi, ovvero la modalità di elaborazione dell’informazione che la persona maggiormente.
- I tratti di personalità del soggetto.

Anche la ricerca sugli stili cognitivi offre molti spunti teorici a sostegno di un’idea di apprendimento attivo. Kolb è uno degli autori che, appoggiandosi alle precedenti teorie di Dewey, Lewin e Piaget, ha elaborato il concetto di *Experiential Learning* (Kolb, 1984). Secondo Kolb (1984), “learning is the process whereby knowledge is created through the transformation of experience” (p. 38). Nel modello proposto da Kolb (Figura 3.1), l’apprendimento è un processo che dura tutta la vita (*lifelong learning*) ed ha dunque una struttura a spirale. Esso si suddivide in 4 fasi principali:

- La fase delle esperienze concrete, che prevede la realizzazione di esperienze pratiche.
- La fase dell’osservazione riflessiva, che serve per comprendere significati attraverso l’osservazione e l’ascolto.
- La fase della concettualizzazione astratta, utilizzata per organizzare in maniera coerente il flusso di informazioni.

- La fase della sperimentazione attiva, che prevede l'utilizzo e la messa in pratica delle nuove conoscenze e competenze in contesti diversi.

L'apprendimento avviene dunque solo al termine dei 4 stadi e solamente se il soggetto è in grado di osservare gli eventi, creare nuovi concetti che insieme a quelli già posseduti gli permettano di elaborare un piano di azione per prendere decisioni ed elaborare problemi e soluzioni.



Figura 3.1. Il ciclo di Kolb

Per sviluppare una prospettiva ecologica è necessario che in ambito scolastico questa venga costruita partendo dall'esperienza concreta e diretta. È necessario che i bambini si confrontino con il mondo reale, con gli elementi biotici e non-biotici, che possono osservare impiegando tutti i sensi, e non solamente, come accade nella maggior parte dei casi, con la sola rappresentazione di organismi e fenomeni che solitamente risulta stilizzata e stereotipata. Per poter realizzare questo tipo di attività è necessario assicurare spazi adeguatamente attrezzati dentro la scuola e anche la presenza di spazi outdoor che è possibile utilizzare con gli alunni in maniera frequente e sicura. Come sostengono Galimberti e Gambini (2009), in una scuola è necessario che siano presenti sia spazi indoor che outdoor. Ogni tipologia di attività infatti deve essere svolta in luoghi adatti e appositamente attrezzati. Gli spazi outdoor possono essere utilizzati per esplorare, muoversi, giocare, raccogliere materiali, mentre quelli indoor servono per rielaborare le esperienze compiute all'aperto, per riflettere, discutere, riassumere, schematizzare e creare collegamenti multidisciplinari e interdisciplinari. È comunque opportuno che questi spazi non siano separati, ma che vi sia continuità esperienziale tra questi due ambienti, ad esempio portando all'interno i materiali raccolti esternamente.

Un ultimo elemento da prendere in considerazione per raggiungere l'obiettivo di promuovere un apprendimento significativo, è il *cooperative learning*, modalità secondo la quale l'apprendimento avviene attraverso la cooperazione tra i vari componenti della classe. Questo però non è sinonimo di lavoro di gruppo, in cui solitamente ad ogni alunno è affidato un compito differente, ma prevede che gli alunni collaborino attivamente al fine di portare a termine un lavoro dato dall'insegnante. Per parlare di cooperative learning è necessario che nessuno studente possa terminare il lavoro senza che tutti vi abbiano partecipato, aspetto che prende il nome di interdipendenza positiva. Questa modalità di lavoro è uno strumento potente a livello didattico perché permette di sviluppare, grazie al confronto tra i membri del gruppo, numerose competenze trasversali come competenze comunicative, di leadership, nella soluzione negoziata dei conflitti, nella soluzione dei problemi o nel prendere decisioni.

Questa strategia didattica si basa sulle teorie socio-costruttiviste, che coniugano teorie fondamentali della psicologia dello sviluppo:

- Il costruttivismo (Piaget, 1973), secondo cui il sapere non può essere solamente trasmesso ma ha origine dall'interazione tra il soggetto e la realtà che lo circonda. La conoscenza non esiste a priori, ma deriva quindi da una rielaborazione attiva di esperienze compiute da un individuo.
- L'approccio socioculturale (Vygotskij, 1966), per il quale la costruzione di conoscenza è di origine sociale e può avvenire solo attraverso l'interazione fra apprendenti e con l'ambiente esterno. Il soggetto apprendente, e i suoi processi mentali, hanno un ruolo attivo nell'apprendimento che può essere efficace solamente se realizzato attraverso l'interazione (inter-mentale) con altri soggetti.

3.2 *Le componenti dell'approccio*

Le attività alla base del progetto didattico faranno dunque riferimento ad una metodologia di tipo attivo, in cui il soggetto risulta protagonista del suo processo di apprendimento. Inoltre, per adattarsi ai differenti stili di apprendimento degli allievi e per avvicinare gli studenti al concetto di ecosistema sotto diversi punti di vista è stato deciso di utilizzare un approccio basato sull'intreccio complementare di componenti scientifico-sperimentale, artistico-creativa, linguistico-letteraria.

La componente scientifico-sperimentale ha come scopo far conoscere agli alunni il concetto di ecosistema attraverso delle attività di scoperta realizzata attraverso fasi di esplorazione attiva che coinvolgono contemporaneamente corpo e mente e che prevedono

anche l'utilizzo di strumenti. In queste fasi particolare importanza viene data alla teoria dell'*embodied learning*, secondo la quale gran parte dell'apprendimento avviene attraverso l'utilizzo del corpo.

La seconda componente ha lo scopo di promuovere nella didattica l'utilizzo dell'immaginazione. La comprensione del mondo, e di conseguenza anche l'apprendimento, avviene sovente attraverso la creazione di immagini mentali all'interno della mente dell'individuo. Queste si formano a seguito di un input proveniente dall'ambiente esterno che viene recepito dai canali sensoriali del soggetto, implicando, anche in questo caso, una forte connessione tra corpo e mente e favorendo l'apprendimento grazie all'attivazione di una dimensione affettivo-emozionale nel soggetto.

Infine, la componente linguistico-letteraria, ispirandosi alle teorie di Bruner, vuole promuovere l'utilizzo della narrazione nella didattica. Questa viene utilizzata dagli individui, sin dalla più tenera età, per dare significato alla realtà che li circonda e per entrare in relazione con altri individui.

3.2.1 *L'esplorazione*

L'esplorazione, azione presente in tutte le specie animali non sessili, è il modo attraverso il quale gli organismi scoprono, danno senso al mondo in cui vivono, ed eventualmente modificano il loro ambiente. La sopravvivenza della maggior parte degli organismi viventi dipende infatti dal successo o meno delle loro esplorazioni, che vengono effettuate per procurarsi cibo, per individuare un luogo sicuro in cui riposare o vivere e per trovare, quando serve, un compagno con il quale riprodursi. Tutto ciò è compiuto anche dagli esseri umani, ma per la nostra specie l'esplorazione va ben oltre al semplice bisogno di sopravvivere, dato che è radicalmente legata al nostro modo di vivere e il nostro bisogno di sapere, conoscere, controllare e manipolare il nostro ambiente. È per questo motivo che ogni periodo storico è stato caratterizzato da un avanzamento della conoscenza e della tecnologia favorito dalle esplorazioni compiute singolarmente o in gruppo.

L'esplorazione è un processo attivo che coinvolge corpo e mente e che prevede eventualmente l'utilizzo di strumenti. Inoltre, essa è solitamente orientata verso uno scopo e può essere suddivisa in diversi processi (interrogare, costruire, cercare, contattare, partecipare, sperimentare, osservare, annotare, interpretare, collegare, registrare, mappare, narrare) che variano in base a contesti e situazioni. Inoltre, un processo esplorativo riguardo ad un determinato campo di indagine porta ad un risultato che è, nella maggior parte dei casi, il punto di partenza per un'ulteriore fase di esplorazione più approfondita. Inoltre, esplorare incoraggia

il pensiero ecologico, in quanto si continua a scoprire connessioni e relazioni fra tutti gli elementi biotici e abiotici che fanno parte dell'ambiente esplorato.

Nell'azione esplorativa il corpo svolge un ruolo di particolare importanza. L'importanza del corpo nell'apprendimento è stata negli ultimi decenni riconosciuta e dimostrata da un numero crescente di ricercatori che hanno sviluppato teorie dell'*embodied mind* (Ionescu & Vasc, 2014, Stolz, 2015). In particolare, si ritiene che la relazione tra esperienza corporea ed esperienza percettiva svolga un ruolo significativo nell'apprendimento e nella comprensione, nel modo in cui sperimentiamo noi stessi, nel nostro modo di vivere e di essere nel mondo attraverso il veicolo del nostro corpo (Stolz, 2015). Nella psicologia cognitiva tradizionale, la sensazione e l'azione sono considerate molto diverse dalla cognizione, che è ritenuta essenzialmente una rappresentazione astratta delle cose. I fautori delle teorie dell'*embodied mind* considerano la cognizione dipendente dai processi motori e sensoriali, e quindi dal corpo. In questo modo, agire e percepire sono componenti inscindibili o parti intrinseche dei processi cognitivi sottesi all'apprendimento. Dunque, l'apprendimento si basa sulla "morfologia e sugli stati interni del nostro corpo" (Ionescu & Vasc, 2014, p. 275).

Le teorie dell'*embodied mind* hanno trovato una loro espressione concreta nell'*embodied learning*, una teoria pedagogica contemporanea dell'apprendimento che enfatizza l'importanza dell'uso del corpo come strumento di apprendimento nella pratica educativa. Il ruolo che la corporeità assume all'interno della scuola e nell'apprendimento è cambiato notevolmente col passare del tempo. Infatti, in Italia, ma anche in molti altri Paesi europei, durante l'800, il corpo, in classe, viene considerato come un elemento da annullare totalmente e da anestetizzare per impedire che risulti da intralcio alla didattica. Il bambino è ridotto così all'immobilità e al silenzio, favoriti anche dal setting della classe (Figura 3.2). Esempio emblematico è il ruolo del banco, strumento e arredamento che viene considerato apparentemente neutrale, ma che in realtà sottintende una chiara idea di didattica e di disciplina e delinea un ruolo specifico sia dell'alunno che dell'insegnante. Il banco ottocentesco è stato un vero e proprio strumento di condizionamento, che, insieme ad altri dispositivi come cinture e bacchette, non permettevano allo studente sedute differenti rispetto a quelle imposte dall'insegnante. Successivamente dalla fine dell'800 fino agli anni del secondo dopo guerra il corpo era utilizzato dagli alunni quasi esclusivamente durante le ore di educazione fisica, durante le quali venivano svolti una serie di "esercizi militari e ginnici" che avevano la caratteristica di "ordine, precisione e concisione di comando, obbedienza pronta e piena" ed avevano lo scopo di "donare sollievo dopo una lunga applicazione intellettuale".

È solamente a partire dagli anni '60 che il corpo comincia ad essere preso seriamente in considerazione come un elemento con un valore di tipo sia conoscitivo che espressivo all'interno della didattica. Infatti, in contrapposizione all'epoca precedente, i programmi scolastici del 1945 e del 1946, e soprattutto quelli successivi del 1952, prevedono la fusione in un tutt'uno di educazione fisica e morale con l'obiettivo di formare la persona nella sua integrità psicofisica. Questa visione rimane pressoché intatta fino agli anni '70. Nel 1974 venne pubblicato il testo *A scuola con il corpo* (Quaderni Movimento Cooperazione Educativa), volume nel quale inizia a porsi l'attenzione sulle molteplici dimensioni del corpo e della sua educazione, ricordando che l'atto motorio non è mai un processo isolato, ma si situa nel quadro generale del soggetto. Viene successivamente introdotto quindi il concetto di psicomotricità, cioè quella disciplina che nasce in ambito medico con Tissié e Charcot (Gamelli, 2006), e che viene poi sviluppata in una pratica educativa, rieducativa e terapeutica che prende in considerazione l'essere umano nella sua globalità riferendosi alla sua unità psicosomatica.

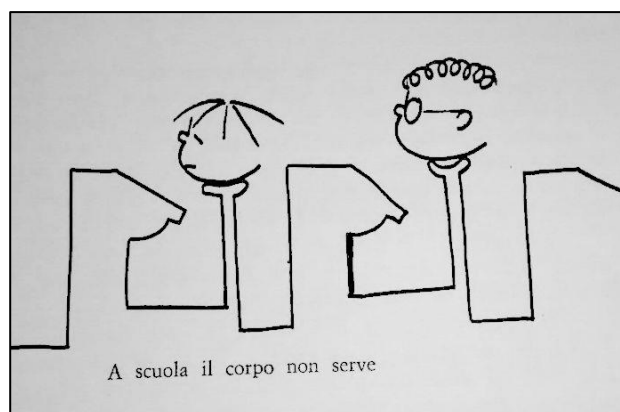


Figura 3.2. Vignetta di Frato

L'embodied learning si basa su 9 principi fondamentali:

- Integrazione olistica: il corpo e la mente degli esseri umani sono olisticamente integrati ed è impossibile separarli.
- Congruenze organiche: tutti i corpi condividono delle somiglianze anatomiche, fisiologiche e psicologiche che sono alla base del nostro modo di esplorare il mondo. È a partire da queste somiglianze che si sviluppa poi l'unicità umana.
- Unicità personale: ogni essere umano ha un'identità unica e non replicabile su una moltitudine di livelli a causa delle varie esperienze "incorporate" compiute nel corso della vita.

- Consapevolezza sensoriale: tutti gli esseri umani hanno la capacità di percepire sensazioni in tutto il corpo. All'interno di questo principio è inserito anche il concetto di propriocezione ovvero la consapevolezza che un individuo possiede del suo corpo quando si muove nello spazio.
- Interno ed esterno: la consapevolezza percettivo sensoriale elabora, attraverso una coscienza corporea sia l'ambiente interiore e personale dell'individuo, sia l'ambiente esterno con il quale interagisce. Solitamente ciò che viene percepito internamente si manifesta esteriormente e viceversa, creando un intreccio continuo e dinamico tra esterno ed interno.
- Cambiamento continuo: il flusso persistente di informazioni tra interno ed esterno comporta un cambiamento continuo sia all'interno del corpo, che si modifica in base agli stimoli provenienti dall'esterno, sia nell'ambiente circostante che viene modificato dall'individuo.
- Schemi abituali: la continua interazione tra ambiente esterno ed interno comporta la creazione di habitus e schemi ripetitivi e abituali che possono risultare come un supporto all'apprendimento. Allo stesso tempo, gli schemi vanno progressivamente rinnovati. Altrimenti rischiano di diventare un ostacolo perché vengono messi in pratica in maniera automatica senza alcun tipo di consapevolezza.
- Riprogrammazione: grazie alla neuroplasticità il cervello cambia continuamente i percorsi neurologici messi in atto per vivere ed esplorare. L'essere umano è quindi in grado di modificare immediatamente i suoi comportamenti per adattarsi ai cambiamenti dell'ambiente circostante.
- Autoapprendimento: è la capacità di riflettere sulla propria azione e mettere in atto se necessario e in maniera consapevole tutti i principi sopra descritti.

(Munro, 2018, pp. 4-8)

Esplorare significa riconoscere che in ogni cosa, anche negli oggetti che pensiamo di conoscere alla perfezione, c'è sempre qualcosa di interessante da scoprire. Questa idea è sostenuta da Smith, che propone 59 esperienze da poter realizzare facilmente per imparare ad osservare il mondo sotto un altro punto di vista (Figura 3.3). Secondo l'autrice "Tu sei un esploratore. La tua missione è documentare e osservare il mondo intorno a te come se non l'avessi mai visto prima. Prendi appunti. Raccogli oggetti che trovi nei tuoi viaggi. Cataloga le tue scoperte" (Smith, 2011, p. 5).

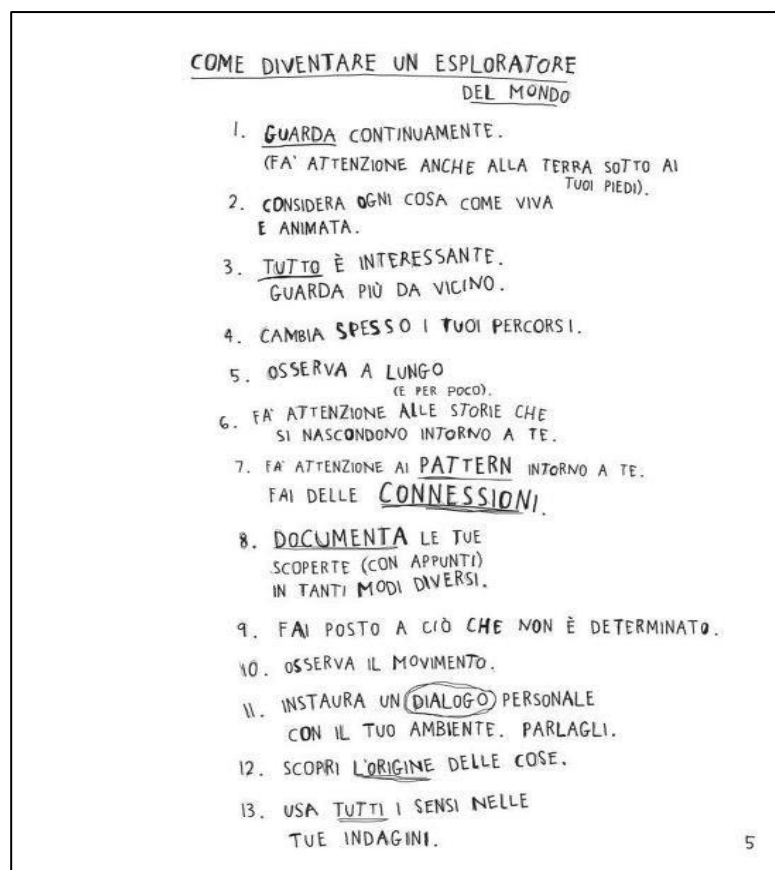


Figura 3.3. Smith, 2011, p.5

Smith sottolinea anche un altro elemento fondamentale da ricordare in durante una fase esplorativa: “usa tutti i sensi nelle tue indagini”. L’esplorazione sensoriale è fondamentale per l’apprendimento nella vita di ogni essere umano, ed è per questo che i sensi iniziano a svilupparsi già durante la gravidanza. I nostri sensi ci permettono infatti di percepire sensazioni di diverso tipo attraverso i recettori, cellule che raccolgono gli stimoli provenienti dall’esterno, e li trasmettono al cervello che a sua volta li elabora e ci fa agire di conseguenza. Le cellule recettive possono trovarsi:

- Nell’occhio, sensibile agli stimoli luminosi;
- Nell’orecchio, sensibile agli stimoli sonori;
- Nella bocca, sensibile agli stimoli gustativi;
- Nel naso, sensibile agli stimoli olfattivi;
- Nella pelle, sensibile al caldo, al freddo, al dolore e alla pressione.

Molto spesso a scuola il canale della multi-sensorialità viene tralasciato e viene posta tutta l’attenzione solamente su un solo canale di apprendimento, solitamente la vista o l’udito. Tuttavia, non per tutti questi risultano essere i canali preferenziali attraverso i quali conoscere il mondo. Questo non riguarda solo le persone non vedenti o non udenti, ma anche le persone

considerate normodotate che prediligono l'utilizzo di altri canali di apprendimento. Sarebbe quindi necessario, durante la progettazione delle fasi esplorative, prevedere attività che favoriscano l'utilizzo di tutti e cinque i sensi e permettano a tutti di utilizzare il proprio corpo nel modo più efficace per costruire conoscenza.

Infine, Smith ribadisce l'importanza dell'utilizzo di strumenti sia di uso comune, come guanti, barattoli, coltelli, sia più tecnici come lenti di ingrandimento, pinzette, vetrini, microscopi per raccogliere e catalogare il materiale durante le esplorazioni (Figura 3.4).

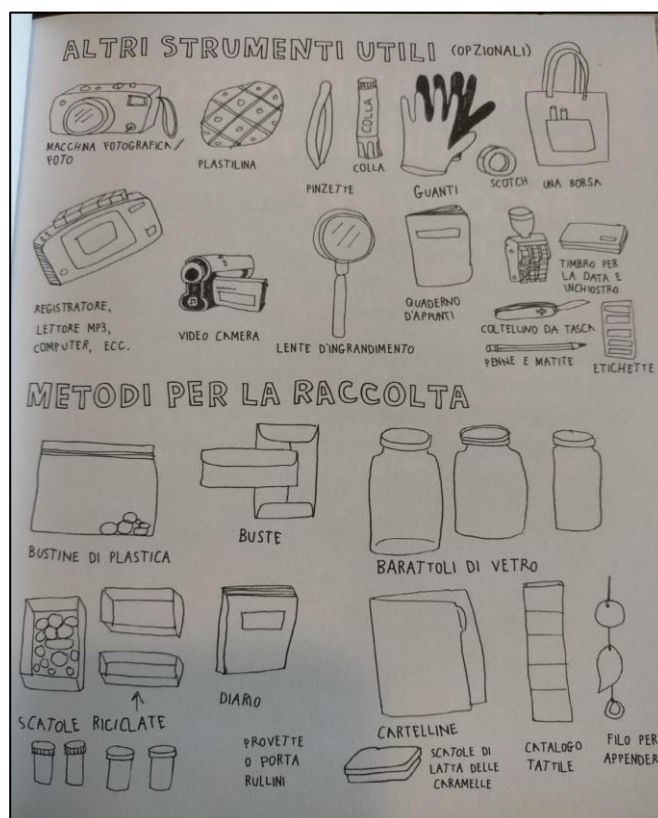


Figura 3.4 Smith, 2011, p.21

L'esplorazione si traduce quindi in un invito a osservare (*ob* = andare verso, *servare* = serbare, custodire, mantenere intatto) con attenzione ogni cosa che ci circonda, anche quelle più semplici, e riconoscere che in esse vi sia sempre qualcosa di interessante da scoprire e raccogliere. È dunque necessario che l'insegnante porti l'alunno a passare da un semplice guardare, ascoltare, toccare, annusare o gustare, che rischia di essere un'osservazione "distratta", dei comportamenti, degli eventi e dei fenomeni naturali, ad un'osservazione "attenta", che gli permette di dare significato ciò che osserva. Una proposta didattica che fa riferimento a questo tipo di approccio dovrebbe avere come obiettivo quello di creare negli studenti un habitus esplorativo, cioè un'abitudine alla ricerca permanente basato su un approccio critico e sperimentale-scientifico.

3.2.2 *L'immaginazione*

Un'immagine è una rappresentazione della realtà. Nelle ricerche condotte nel campo del rapporto fra immaginazione e apprendimento, gli studi sull'elaborazione di immagini mentali della realtà esterna e interna all'apprendente hanno contribuito al superamento dell'idea dell'insegnamento secondo la quale il docente sia in grado ed abbia il ruolo di trasmettere la conoscenza agli alunni ed imprimerla nella loro mente. Al contrario, l'apprendimento viene considerato un processo di rielaborazione di stimoli ricevuti attraverso gli input forniti dall'insegnante (in prima persona e anche tramite risorse didattiche di vario genere), oppure mediante le esperienze che sono frutto delle attività svolte dall'apprendente stesso, volta alla costruzione della realtà stessa.

Nel primo caso, nell'azione didattica si è di fronte ad una fonte di input, l'insegnante, o emittente, che svolge, sia in fase di progettazione che durante la lezione, l'azione di codifica, rappresentando i contenuti attraverso dei simboli linguistici. L'apprendente, o ricevente, poi decodifica, ovvero che rielabora i contenuti ed elabora i concetti in base ai simboli linguistici ricevuti, utilizzando e così sviluppando i propri simboli linguistici. Insegnare significa quindi proporre segni, l'insieme di significanti e significati che ci permettono di dare senso alla realtà, più o meno organizzati, che l'apprendente utilizza per costruire conoscenza, permettendo così all'alunno di essere un soggetto attivo e pienamente partecipativo al processo di apprendimento, in cui percepisce e rielabora i segni trasmessi dall'insegnante e attraverso la sua attività mentale li trasforma in un proprio sapere personale. Nel secondo caso, è l'insieme delle esperienze che fornisce gli stimoli sensoriali captati dall'apprendente, trasmessi al cervello e rielaborati allo stesso modo attraverso simboli linguistici, un processo facilitato dall'interazione sia con l'insegnante che con altri apprendenti.

Questo processo avviene attraverso l'utilizzo dei sensi, che permettono all'apprendente di catturare ciò che esperisce e costruire immagini mentali della realtà che lo circonda, le quali sono insiemi di input gustativo, olfattivo, sonoro, tattile e visivo. L'immagine mentale suscitata dall'input è appunto una rappresentazione che la nostra mente crea di un elemento presente nella realtà esterna o interna e viene creata e modificata dalla stessa mente in modo automatico e continuo. Attraverso i canali sensoriali il cervello acquisisce le informazioni provenienti dall'esterno, che vengono depositate nel registro sensoriale e rese disponibili per ulteriore rielaborazione. Una parte di queste informazioni, che in seguito vengono inviate alla memoria

a breve termine, genera delle immagini, che vengono immagazzinate e che è possibile richiamare successivamente in qualsiasi momento in base alle necessità del soggetto.

Per Eisner, uno dei principali sostenitori dell'utilizzo di immagini mentali nella didattica, le immagini sono al centro dell'educazione poiché gli alunni non possono apprendere se le informazioni che l'insegnante trasmette non provocano la creazione di immagini nella mente dell'alunno (Eisner, 2011). Eisner afferma l'importanza dell'utilizzo di immagini, non solo mentali, ma anche concrete, durante l'azione didattica dell'insegnante e la rielaborazione dell'input da parte dell'apprendente. Infatti, sostiene che, talvolta, attraverso le immagini sia possibile rappresentare concetti veramente complessi che non possono essere espressi altrettanto chiaramente solamente attraverso le parole.

Anche Egan ritiene che le immagini mentali siano uno degli strumenti più potenti che gli esseri umani possiedono per dare significato alle esperienze vissute ed è presente sin dalle prime fasi di sviluppo del linguaggio, in un intreccio di linguaggi corporeo, sonoro, visivo e umano. Una potente immagine mentale attiva nel nostro organismo ha una componente affettiva soprattutto se si intreccia con un'esperienza fisico-somatica, e dunque crea un forte ancoraggio per i prodotti della rielaborazione di input. Inoltre, l'immaginazione è "one of our major tools in the pursuit of objective knowledge, and indeed in establishing the very conditions of objectivity" (Egan, 1992, p.59). L'immaginazione aiuta a sviluppare il senso di un mondo esterno, oggettivo e non solo soggettivo, perché permette di andare oltre la propria prospettiva e abitarne un'altra immaginaria.

Le immagini risultano degli strumenti efficaci poiché possiedono quattro fondamentali caratteristiche:

- Sono multisensoriali: le immagini possono emergere nella mente dei soggetti tramite l'utilizzo di tutti i sensi. Nonostante si abbia la tendenza a pensare alle immagini come prettamente visive, esse possono essere evocate anche tramite l'utilizzo degli altri sensi come l'udito, l'olfatto, il tatto e il gusto.
- Evocano emozioni e immaginazione: durante attività didattiche strutturate in modo da evocare negli alunni emozioni e suscitare immaginazioni, solitamente si riscontra anche la tendenza a produrre delle immagini mentali. Questo processo permette all'insegnamento impartito di risultare più significativo per gli alunni e di essere ricordato più facilmente e per una durata di tempo maggiore.
- Evocano relazioni: le immagini possono essere contemporaneamente diacroniche e sincrone. Un'immagine risulta diacronica poiché evoca significati che possono risultare dinamici e in continua evoluzione in base alle esperienze, ma può essere anche sincrona

perché permette di creare legami tra più elementi allo stesso tempo, favorendo la creazione di mappe mentali.

- Sono ricreate o create: le immagini possono essere richiamate e ricreate se si tratta di immagini che il soggetto già possiede e che evoca dalla sua memoria al momento opportuno oppure create sul momento dall'individuo stesso tramite il processo di mettere in relazione gli elementi della conoscenza che si costruisce. È opportuno a scuola lavorare e promuovere negli studenti la capacità di utilizzare entrambe le tipologie.

Da questi principi derivano alcune implicazioni pedagogiche che sostengono l'importanza dell'utilizzo della *mental imagery* a scuola.

Innanzitutto, dall'utilizzo di questi strumenti cognitivi deriva una didattica più olistica, che coinvolge attivamente e contemporaneamente sia corpo che mente e che permette una migliore connessione e relazione con l'ambiente circostante. In questo modo l'apprendente riesce a percepire e dare significato al mondo unendo i significati che emergono direttamente dalle esperienze corporee e sensoriali a quelli che si sviluppano gradualmente attraverso i processi cognitivi.

Inoltre, le immagini mentali sono una componente molto fertile di una didattica che si focalizza su immaginazione ed emozione. Per permettere la creazione di questo legame, è necessario che l'insegnante si interroghi su quali elementi di un determinato argomento che vuole affrontare ai suoi alunni suscita in sé stesso delle emozioni e un senso di meraviglia. Deve poi domandare se questo possa funzionare anche per loro e progettare un percorso didattico che coinvolga gli apprendenti su un piano sia emotivo che immaginativo. L'immagine mentale sarà uno strumento molto efficace per veicolare la propria passione ai suoi alunni.

Una didattica incentrata sull'utilizzo delle immagini mentali presuppone anche una visione dinamica della conoscenza. La comprensione del mondo non è statica, ma in continua evoluzione e dipende dalle esperienze che compiamo durante il corso della vita. Allo stesso modo anche le immagini che si formano vengono modificate e assumono diversi significati in base alle nuove conoscenze costruite.

Un altro fattore importante è che esse danno la possibilità di vedere il mondo secondo una prospettiva differente, poiché permettono al soggetto di immedesimarsi in un determinato elemento naturale, favorendo il processo di identificazione e di alterità:

When teaching about flowers, one could imagine emerging from the cold ground, pushing toward the light, bursting with a kind of ecstasy in the warmer air, turning

with passion toward the sun, feeling the rush of sap, then experiencing the horror of the returning cold, and shrivelling back underground (Egan, 1997, pp. 61-62).

Attraverso l'immagine evocata dalla ricchezza di queste parole, si ha come la sensazione di provare le stesse sensazioni che vengono provate dal protagonista della descrizione, il fiore.

Successivamente, come ricorda Egan, gli esseri umani sono in grado sia di ricreare che di creare immagini. Al fine di permettere questo processo è necessario che gli apprendenti possano costruire una conoscenza del mondo gradualmente più ampia e approfondita, e ciò presuppone che alla base vi sia una didattica ricca in esperienze e in contenuti. Secondo Egan, il ruolo dell'educazione è infatti quello di stimolare processi cognitivi e affettivi e collegarli ad immagini per allargare il nostro *imagic store* e favorire negli alunni la creazione di collegamenti tra i contenuti. In questo modo chi apprende potrà affrontare argomenti e sviluppare un intreccio di linguaggi che comprende anche un lessico ricco di parole evocative.

In una didattica incentrata sulle immagini, questo processo di arricchimento lessicale può essere favorito incoraggiando gli apprendenti ad esternare, in modo visivo e anche verbale, e rendere pubbliche le immagini che si sono creati individualmente ed interiormente. Allo stesso tempo, questa condivisione può essere anche uno strumento utile sia all'insegnante che all'apprendente stesso per verificare la comprensione dei contenuti proposti e la costruzione di conoscenza in atto.

3.2.3 *La narrazione*

Il verbo narrare deriva dal termine antico latino *gnarignare*. La radice *gna-* significa conoscere, rendere noto, e il suffisso *-igare* sta invece per *agere*, che significa fare, agire. Lo *gnarus* è l'esperto, chi conosce perché esperisce. Narrare significa quindi far conoscere qualcosa (anche a sé stessi) raccontando l'esperienza.

La narrazione ha da sempre rappresentato una necessità profonda nella storia dell'uomo sia tra le civiltà illetterate, che tramandavano racconti in maniera orale, sia tra quelle alfabetizzate fondate sulla scrittura, ed essa serviva per mantenere una memoria collettiva o semplicemente per intrattenere le persone. La narrazione è tuttora presente in tutte le culture e tutte le civiltà ed è alla base della relazione e della socialità. Essa è presente non solo dal punto di vista filogenetico, ma anche ontogenetico. Dato che il pensiero narrativo risulta piuttosto spontaneo e inconsapevole, tutti gli esseri umani, infatti, già a partire dall'età prescolare, raccontano avvenimenti reali della loro vita, oppure fatti inventati. Questa pratica viene

utilizzata dai bambini poiché permette loro di conferire senso e significato alle loro esperienze e al loro agire.

Nonostante l'ampia diffusione dell'attività narrativa, solamente recentemente, numerose discipline di settori diversi, come la psicologia, la neuropsichiatria, la sociologia, hanno evidenziato, attraverso importanti studi, come la narrazione sia uno strumento fondamentale per la costruzione di significati e come venga utilizzata per comprendere il mondo che ci circonda e per tramettere le conoscenze apprese agli altri.

Secondo Jerome Bruner, il pensiero narrativo è uno dei due modi, oltre a quello paradigmatico tipico del pensiero scientifico, attraverso i quali le persone strutturano la loro conoscenza:

La narrazione è una forma di organizzazione dell'esperienza. Serve a costruire il mondo, per caratterizzarne il flusso, per suddividere gli eventi al suo interno [...]. Se non fossimo in grado di operare tale strutturazione, ci perderemmo nel buio di esperienze caotiche [...] (Bruner, 1992, pp. 64-65).

Ognuno di noi infatti sente il bisogno di ricostruire gli avvenimenti della propria vita sotto forma di narrazione, dando a questi eventi un significato specifico. Questa tesi è anche sostenuta da Daniel Taylor, il quale fa emergere come la nostra conoscenza del mondo derivi dall'insieme di tutte le storie che abbiamo ascoltato (Taylor, 1999). Inoltre, Bruner afferma che, se il pensiero scientifico, basato sulla categorizzazione e la concettualizzazione, ha come scopo quello di chiarire i fatti ed eliminare le ambiguità, quello narrativo ha la caratteristica della polisemia, ovvero la possibilità di dare ad una stessa situazione o ad uno stesso avvenimento più significati. Un'altra caratteristica della narrazione è quella di permettere al soggetto di scoprire meglio la sua interiorità e quella degli individui che incontra dato che narrando ci apriamo a noi stessi e agli altri (Bruner, 1991).

Bruner sostiene che la narrazione sia uno strumento fondamentale nella didattica perché comprende tutti e quattro i punti fondamentali del processo di apprendimento indentificati da Campione e Brown (1994):

- Agency: l'essere umano è un soggetto attivo che formula continuamente ipotesi e compie azioni per indagare la realtà.
- Riflessione: l'apprendimento è completo solo se vi è una comprensione profonda dei concetti che vengono ancorati saldamente a conoscenze pregresse.
- Collaborazione: il miglior apprendimento avviene quando le conoscenze vengono costruite ed elaborate in maniera collettiva attraverso uno scambio reciproco.

- Cultura: l'insieme di saperi, tecniche, conoscenze, procedure, usanze, comportamenti condiviso tra le persone e in continua evoluzione.

Vi sono, infatti, numerosi esempi di scienziati, esperti, che hanno utilizzato metafore, racconti, leggende per spiegare in maniera più chiara e significativa il loro pensiero. Questa universalità della funzione della narrazione è favorita dalla presenza di nove caratteristiche presenti in ogni narrazione:

- Sequenzialità: nella narrazione gli eventi sono disposti in un processo temporale, che può comportare delle soste, come dei salti improvvisi in avanti (flash-forward) o indietro (flashback).
- Particolarità e concretezza: la narrazione tratta essenzialmente di avvenimenti e di questioni specifiche riguardanti le persone, o talvolta gli animali.
- Intenzionalità: dato che la narrazione riguarda eventi umani, questi compiono delle azioni, sono mossi da scopi e da ideali, possiedono delle opinioni, provano stati d'animo. Tutti questi elementi permettono alla narrazione di completarsi.
- Opacità referenziale: il racconto crea una realtà verosimile poiché vengono descritte delle rappresentazioni di eventi e non fatti oggettivi.
- Componibilità ermeneutica: ogni narrazione può essere interpretata solo nella relazione tra le parti e il tutto. Gli eventi che compongono una storia possono essere compresi unicamente in rapporto al più generale contesto che li contiene.
- Violazione della canonicità: nella narrazione vi è sempre una fase di processualità degli eventi che si susseguono in maniera canonica e ad un certo punto compare una rottura in questa normalità, attraverso un imprevisto che crea una situazione di squilibrio facendo così deviare il corso delle azioni.
- Composizione pentadica: una narrazione ben formata è composta da cinque elementi: attore, azione, scopo, scena, strumento. Fino a che questi elementi sono in equilibrio tra loro, la narrazione procede in modo canonico.
- Incertezza: un buon racconto è caratterizzato da una certa dose di incertezza, infatti solitamente il linguaggio è metaforico e "congiuntivo". Esso esprime la possibilità: non tanto ciò che si verifica, quanto ciò che potrebbe o dovrebbe accadere. Svolgendosi su un piano a metà strada tra realtà e immaginazione, gli interlocutori possono contrarre i significati da attribuire alla narrazione.
- Appartenenza ad un genere: ogni narrazione appartiene ad un genere letterario che ne influenza struttura, linguaggio e interpretazione.

La pedagogia narrativa è dunque uno strumento prezioso fruibile in modo trasversale all'intero curriculum della scuola come ambiente di apprendimento. Saper narrare e ascoltare racconti permette agli alunni di sviluppare le loro intelligenze in molteplici ambiti ed esplorare strategie fondamentali per imparare ad apprendere. La narrazione crea un rapporto molto coinvolgente con quello che si racconta, in quanto chi racconta in modo orale o scritto e chi ascolta o legge si immerge nella complessità dell'esperienza, intrecciando le dimensioni cognitive, affettive e anche pratiche. Anche in ambito scientifico la forma narrativa spesso permette di spiegare meglio e comprendere in modo più diretto e concreto i fenomeni e gli eventi studiati.

3.3 *La proposta didattica*

A partire dalle indicazioni teoriche e metodologiche precedentemente esposte è stata elaborata una proposta didattica che si propone di far avvicinare gli alunni al concetto di ecosistema. Sono stati sviluppati due progetti didattici differenti; il primo rivolto ad alunni della scuola dell'infanzia, il secondo invece indirizzato a studenti più grandi, frequentanti la classe quarta della scuola primaria. Entrambe le proposte seguono un ordine di presentazione degli argomenti che permette ai bambini di indagare il concetto di ecosistema partendo dagli ambienti più vicini alla loro esperienza, procedendo poi verso un'analisi di ecosistemi via via più ampi e complessi; in ordine il corpo umano, la scuola, il bosco. Per accompagnare gli alunni verso l'elaborazione di questo importante concetto ecologico si è pensato di selezionare e di lavorare su tre concetti fondamentali dell'ecologia, che hanno una valenza anche interdisciplinare: il concetto di comunità, il concetto di flusso di materia ed energia e il concetto di biodiversità.

Per entrambe le proposte, i primi due incontri si concentrano principalmente sull'esplorazione dell'ecosistema corpo, elemento attraverso il quale si compiono la maggior parte delle esperienze e con il quale ci si trova maggiormente a contatto con il mondo circostante. Il focus di queste attività è quello di comprendere quali elementi mettano a contatto il nostro organismo con l'ambiente esterno, analizzando in particolare quali siano gli elementi che dall'esterno entrano nel nostro corpo e quali invece ne escano. Tra questi viene dato ampio spazio alla scoperta dei batteri, organismi che giocano un ruolo fondamentale per mantenere un certo equilibrio nell'ecosistema corpo, in particolare nell'apparato digerente.

Nella fase successiva si passa all'analisi dell'ambiente scolastico come ecosistema, prendendo in considerazione l'interazione e l'interdipendenza tra l'ambiente fisico e le persone.

Ciò permette di mettere in evidenza anche i concetti di vivente e non vivente, e i ruoli diversi che essi svolgono nelle routine e nelle attività strutturate quotidiane.

Infine, considerato il territorio valdostano, è stato selezionato, come ambiente più lontano dalla quotidianità dei bambini, il bosco. Attraverso un'esplorazione mirata di questo ecosistema viene introdotto l'importante concetto di catena alimentare, che permette la costruzione di conoscenza relativa alle nozioni di organismo consumatore e produttore.

Per raggiungere gli obiettivi prefissati l'intento è quello di proporre una didattica di tipo attivo, che presuppone un rapporto insegnante-alunno differente da quello presente nel metodo trasmissivo, allontanandosi dal classico rapporto gerarchico, preferendo l'instaurazione una stretta collaborazione tra docente e discente. In questo modo l'insegnante non si presenta come mero trasmettitore di conoscenze ma piuttosto come una guida, un facilitatore che idea inizialmente un progetto didattico, ma che durante le lezioni accompagna gli alunni nella scoperta e nella costruzione della conoscenza e nello sviluppo delle competenze richieste. Inoltre, l'insegnante ha il fondamentale compito di osservare attentamente lo svolgimento delle attività e raccogliere dati, in modo da monitorare costantemente il percorso di apprendimento, modificando e adeguando eventualmente il progetto iniziale sulla base delle richieste e dei bisogni degli alunni emersi durante le attività e durante la fase di valutazione formativa.

Questo approccio attivo alla didattica è favorito dai tre processi che si alternano durante l'intero percorso: l'esplorazione, processo attraverso cui scoprire e dare senso al mondo, l'immaginazione, processo durante il quale i sensi catturano delle immagini mentali di tipo gustativo, olfattivo, sonoro, tattile e visivo della realtà che lo circonda, e la narrazione, che secondo Bruner è uno dei due processi attraverso i quali le persone danno significato e costruiscono conoscenza. L'intento che si vuole raggiungere utilizzando questi diversi tipi di attività è quello promuovere un apprendimento di tipo pratico-concreto che permette di coinvolgere meglio gli apprendenti, suscitando in loro maggior curiosità, ma soprattutto favorisce un apprendimento più significativo, profondo e duraturo.

Inoltre, variando le metodologie didattiche adottate è possibile andare incontro ai bisogni formativi degli alunni cercando di adattarsi il più possibile ai vari stili di apprendimento presenti all'interno del contesto classe.

Infine, un ultimo aspetto che la proposta didattica ha preso in considerazione è il *cooperative learning*, modalità grazie alla quale i soggetti devono collaborare tra loro al fine di portare a termine il compito assegnato dall'insegnante. In questo modo l'interazione tra i soggetti dovrebbe permettere di valorizzare e potenziare i processi di esplorazione, immaginazione e narrazione.

3.3.1 *La ricerca-azione*

Come supporto per la fase di sperimentazione sul campo ho deciso di utilizzare la modalità della ricerca-azione, che viene definita come “lo studio di una situazione sociale con lo scopo di migliorare la qualità` dell'azione al suo interno” (Elliott et al. 1994, Introduzione).

L'*action-research* ha origine negli anni '40 nel campo delle scienze sociali e in particolare nel lavoro di Kurt Lewin (1946). È però a partire dagli anni '80 che questa metodologia di ricerca viene applicata anche nel settore scolastico, perché viene concepita come pratica di rinnovamento didattico.

Secondo Kemmis (1986) a struttura di base della ricerca-azione è quella di un ciclo composto da fasi di riflessione, pianificazione, azione e osservazione, seguito da altri cicli analoghi che portano avanti una tipologia di ricerca a spirale (Figura 3.5). È errato sostenere che al termine di un ciclo la ricerca sia considerata conclusa, poiché ogni ciclo ne alimenta un altro dato che l'osservazione e la riflessione su ciò che è stato pianificato e messo in pratica porta a una nuova fase di pianificazione e azione.

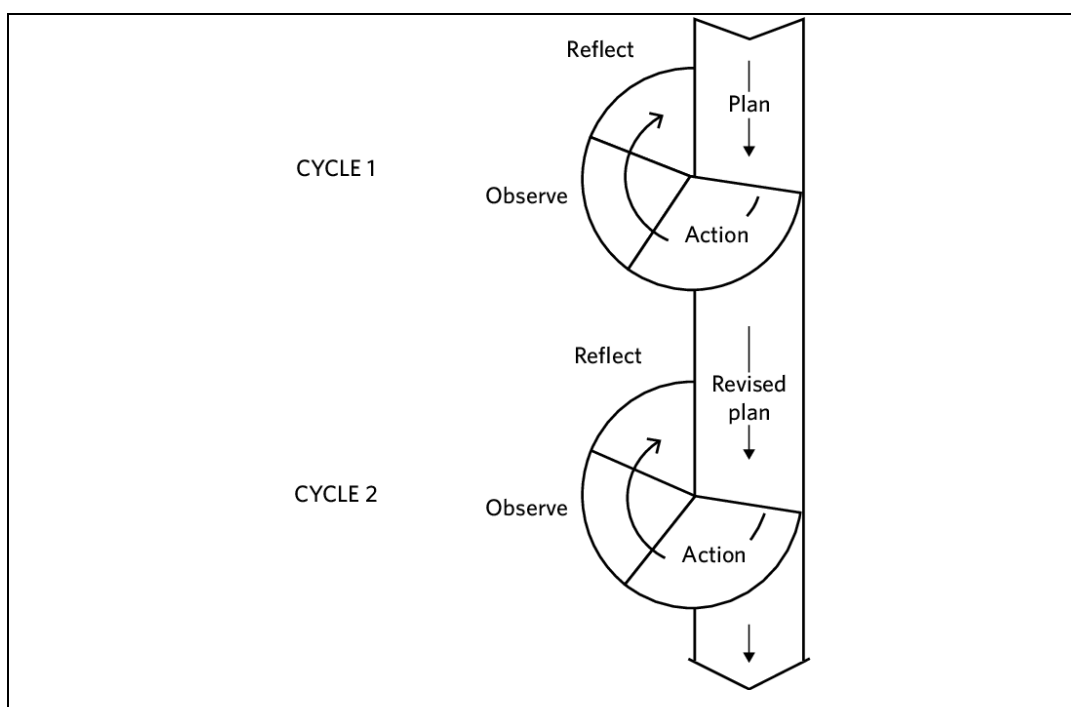


Figura 3.5. *La spirale di Kemmis*

Dalla definizione di Kemmis & McTaggart (1982) emerge chiaramente come questa metodologia di ricerca sia utilizzata nel settore didattico con lo scopo di riconoscere i bisogni degli insegnanti, di riflettere su di essi al fine di migliorare la pratica educativa:

Action research is trying out ideas in practice as a means of improvement and as a means of increasing knowledge about the curriculum, teaching, and learning. The

result is improvement in what happens in the classroom and school, and better articulation and justification of the educational rationale of what goes on. Action research provides a way of working which links theory and practice into the one whole: ideas-in-action (Nunan, 1990, p.63).

Infatti, questo strumento si distingue da altre tipologie di ricerche perché ha come obiettivo non solo quello di interpretare i contesti in cui la ricerca viene svolta, ma anche di apportare un cambiamento concreto all'interno del contesto preso in considerazione e perché il ricercatore, ed il suo lavoro, sono anch'essi oggetto della ricerca.

Più nello specifico Lewin (1946) concepisce la ricerca-azione come un processo che si svolge in diverse fasi:

- Identificazione di un'area da focalizzare;
- Ricognizione dell'area identificata attraverso una raccolta di dati;
- Pianificazione dell'azione da intraprendere;
- Messa in pratica della nuova azione;
- Successiva raccolta di nuovi dati che permettono una valutazione dei risultati ottenuti.

Durante la prima fase è necessario decidere quale sia il campo di indagine della ricerca e selezionare la tematica da approfondire. Per aiutare l'insegnante in questa fase è bene interrogarsi su quali elementi dell'azione didattica possano essere migliorati, per scoprire soprattutto se sia presente un divario tra le proprie intenzioni e la pratica di insegnamento effettivamente realizzata.

A questa fase dovrebbe seguire un processo di ricognizione che consiste nell'individuare e raccogliere i primi dati e alcune informazioni su tematica e contesto per definire ancora in maniera più approfondita il campo di indagine.

In seguito, è bene definire l'obiettivo di indagine, che a differenza del campo di indagine è più specifico e indica in maniera più chiara e specifica la direzione che si vuole prendere e ciò che si vuole dimostrare.

Al termine di questa prima parte si è pronti per stabilire un piano d'azione iniziale che ovviamente potrà essere modificato in corso d'opera se necessario. Questo prevede che vengano esplicitati i passi che il ricercatore intende compiere evidenziandone i tempi previsti e gli strumenti necessari per raccogliere i dati necessari. Questi ultimi possono essere di vario tipo ed appartenere a differenti tipologie:

- Strumenti introspettivi: il diario, il *verbal report*.
- Strumenti descrittivi: i *field notes*, la scheda aneddotica, la cronaca, il profilo, la *pattern analysis*.

- Strumenti di osservazione diretta: le schede di osservazione, la *checklist*, le audio e videoregistrazioni.
- Altri: il questionario, l'intervista, il portfolio, i *test*.

Una volta scelto lo strumento più opportuno da utilizzare si potrà proseguire con la raccolta dei dati a cui seguirà la fase finale di analisi di essi. Questa è una delle parti fondamentali della ricerca-azione e può avvenire seguendo diverse logiche:

- Analisi qualitativa: i cui ci si concentra sulla descrizione verbale degli elementi da valutare attraverso una serie di etichette e classificazioni.
- Analisi quantitativa: i cui si prendono in considerazione principalmente i dati misurabili e che si presentano sottoforma numerica.
- Analisi mista: che analizza sia dati qualitativi che quantitativi.

Infine, dopo l'analisi dei dati raccolti, è opportuno domandarsi se si sono effettivamente verificati i cambiamenti previsti. In caso di risposta affermativa è necessario riflettere su quali strategie, che sono risultate vincenti, sia opportuno consolidare nella pratica quotidiana. Al contrario, nel caso non si siano evidenziati miglioramenti è d'obbligo analizzare il percorso effettuato e ripianificare le ipotesi iniziali.

Questa tipologia di ricerca può e deve essere utilizzata anche dagli insegnanti per migliorare la loro azione educativa. Infatti, questi sovente propongono un'azione didattica basata su conoscenze ed esperienze pregresse, quelle che Bruner (1992) definisce con il termine "psicologia popolare", ovvero l'insieme delle conoscenze, di natura ingenua e intuitiva, che emergono dai processi e dalle situazioni di vita quotidiana, e che non sono ancora state codificate. Al contrario, nell'ottica della ricerca-azione l'insegnante deve essere un soggetto attivo, favorevole ad assumere una postura riflessiva e critica nei confronti del suo agire didattico per migliorarlo, basandosi su ricerche didattiche compiute seguendo un metodo scientifico e rigoroso.

3.3.2 *La proposta per la scuola dell'infanzia*

La prima proposta didattica, che riguarda la scuola dell'infanzia, l'ho elaborata facendo riferimento alle Indicazioni Nazionali (2014) ed in particolare al campo di esperienza "La conoscenza del mondo" da cui emerge che:

I bambini esplorano continuamente la realtà e imparano a riflettere sulle proprie esperienze descrivendole, rappresentandole, riorganizzandole con diversi criteri. Pongono così le basi per la successiva elaborazione di concetti scientifici e matematici che verranno proposto nella scuola primaria. La curiosità e le domande

sui fenomeni naturali, su sé stessi e sugli organismi viventi (...) possono cominciare a trovare risposte guardando sempre meglio i fatti del mondo, cercando di capire come e quando succedono, intervenendo per cambiarli e sperimentando gli effetti dei cambiamenti. (...) Esplorando oggetti, materiali e simboli, osservando la vita di piante ed animali, i bambini elaborano idee personali da confrontare con quelle dei compagni e degli insegnanti (p.22).

Dalla sezione “Oggetti, fenomeni, viventi” risulta che:

Il proprio corpo è sempre oggetto di interesse, soprattutto per quanto riguarda i processi nascosti, e la curiosità dei bambini permette di avviare le prime interpretazioni sulla sua struttura e sul suo funzionamento. Gli organismi animali e vegetali, osservati nei loro ambienti o in microambienti artificiali, possono suggerire un “modello di vivente” per capire i processi più elementari e la varietà dei modi di vivere (p.22).

Il principale traguardo di sviluppo che vorrei che i bambini raggiungessero attraverso questa proposta didattica è: “osserva con attenzione il tuo corpo, gli organismi viventi e i loro ambienti, i fenomeni naturali, accorgendoti dei loro cambiamenti”.

Più nel dettaglio gli obiettivi specifici di questo percorso didattico sono:

- Conoscere il ruolo che i microrganismi hanno all'interno del corpo umano;
- Saper indicare le zone in cui vi è una maggior concentrazione di microrganismi all'interno del corpo umano;
- Saper indicare i principali organi presenti nell'apparato digerente e le loro funzioni;
- Saper spiegare cos'è una “piramide alimentare”;
- Saper distinguere tra elementi viventi e non viventi;
- Saper indicare quali elementi viventi e non viventi sono presenti all'interno del corpo, della scuola e del bosco;
- Saper indicare alcuni animali presenti nell'ecosistema bosco.

La proposta è stata suddivisa in sei incontri totali. Durante i primi due ci si è concentrati sul concetto di corpo, nel terzo e nel quarto sulla scoperta della scuola come ecosistema e durante gli ultimi due l'attenzione è stata posta sull'ecosistema bosco.

Incontro 1

In questa fase l'obiettivo è quello di far conoscere ai bambini il concetto di batterio e le funzioni che questi svolgono all'interno del corpo umano.

Inizialmente viene presentato e letto ai bambini il libro "Non leccare questo libro" di Idan Ben-Barak e Julian Frost. Questo racconto implica una lettura partecipativa in quanto viene chiesto ai bambini di accompagnare, seguendo le indicazioni del libro, il protagonista del racconto, il batterio Min, nel suo viaggio. Viene chiesto infatti agli studenti di prendere il batterio con un dito e di appoggiarlo su diverse parti del corpo (ombelico, bocca, ecc.) e sui vestiti.

Al termine della lettura vi è una fase di discussione collettiva a partire da alcune domande stimolo poste che hanno come obiettivo la verifica della comprensione del racconto da parte degli alunni e l'analisi delle conoscenze preliminari dei bambini riguardo alla tematica sui batteri e le loro funzioni. In base ai feedback degli studenti la tirocinante spiega alcuni concetti chiave riguardo alla tematica.

Successivamente si propone una breve attività di esplorazione del corpo. A partire anche dagli spunti emersi durante la discussione precedente, viene richiesto ai bambini quali siano le parti del corpo in cui ritengono ci possano essere dei batteri. I bambini esplorano le zone indicate utilizzando le dita.

Per terminare l'incontro si domanda agli studenti come si immaginano sia la forma dei batteri e si richiede loro di disegnarli liberamente utilizzando il materiale che preferiscono. Si è deciso di non dare troppe indicazioni agli studenti ma di lasciarli liberi nell'utilizzare la loro creatività, ispirandosi se lo desiderano ai disegni presenti nel libro letto.

Incontro 2

Il focus rimane sempre sul corpo dei bambini e sui batteri, ma durante questa lezione ci si concentra sul ruolo che i microrganismi svolgono nell'apparato intestinale.

La prima attività mira a raccogliere le rappresentazioni mentali che gli studenti hanno sull'apparato digerente. Viene chiesto loro di disegnare su un foglio ciò che pensano ci sia all'interno della loro pancia e di provare a rappresentare il percorso che il cibo fa all'interno del loro corpo.

Inseguito viene proposta ai bambini la lettura di un brano che narra il viaggio che un pezzo di cibo compie all'interno del corpo. Per renderla maggiormente realistica la narrazione verrà affiancata da delle immagini rappresentanti le parti del corpo trattate. Dopo una lettura iniziale seguita da un breve confronto sul racconto viene proposto ai bambini di accompagnare

affiancare alla storia dei gesti motori (ad esempio durante il passaggio del cibo nell'esofago i bambini strisciano per terra).

In un momento successivo all'incontro (nel pomeriggio o il giorno seguente) viene richiesto ai bambini di disegnare nuovamente l'apparato digerente sulla base degli aspetti emersi durante la storia e il gioco motorio.

Incontro 3

In questa lezione ci si è voluti focalizzare sull'ambiente scolastico cercando di far comprendere ai bambini che anche questo ambiente può essere considerato come un ecosistema in cui sono presenti numerose interazioni tra elementi viventi e non viventi.

All'inizio dell'incontro viene mostrato ai bambini un cartellone sul quale vi sono le scritte "viventi" e "non viventi". Vi è poi una discussione collettiva a partire da questi termini. In seguito, i bambini a turno devono pescare dal sacchetto un'immagine e decidere in quale delle due parti del cartellone incollarla e spiegarne la motivazione.

Successivamente viene domandato loro se anche all'interno della scuola siano presenti degli esseri viventi e non viventi. L'insegnante fornisce ai bambini dei foglietti e domanda di esplorare l'edificio scolastico e scegliere un essere non vivente e successivamente un vivente da disegnare sul foglio. I disegni dei bambini vengono incollati sul cartellone iniziale.

Incontro 4

Anche durante questo incontro ci si è soffermati sull'ambiente scolastico ma si è voluto dare ampio spazio all'immaginazione dei bambini.

Dopo un breve ripasso iniziale in cui si riprendono i concetti di vivente e non vivente, viene chiesto agli studenti di creare la loro scuola ideale inserendo sia elementi biotici che abiotici. Questa attività viene svolta a partire da dei fogli di riviste che i bambini devono ritagliare e incollare in modo da creare un collage.

Incontro 5

Il penultimo incontro invece ha riguardato la scoperta dell'ecosistema bosco riprendendo sempre inizialmente la tematica di vivente e non vivente.

Sono state presentate ai bambini due scatole, una con la scritta "viventi" e una "non viventi" ed è stato chiesto loro di esplorare il bosco per 5 minuti e raccogliere diversi elementi che avrebbero dovuto inserire nella scatola corretta. Vi è a seguire una discussione collettiva a proposito delle caratteristiche degli elementi che hanno posto all'interno delle scatole.

Incontro 6

Anche l'ultimo ecosistema riguarda il bosco e ha previsto attività di esplorazione immaginazione.

Inizialmente viene letto ai bambini il racconto "Alfie in the Woods" (Glori, 2017). Successivamente viene domandato agli alunni di trovare delle immagini di animali, che l'insegnante aveva precedentemente nascosto nel bosco e, una volta trovate, di consegnarle all'insegnante indicandone il nome.

Per concludere il ciclo di incontri si riprendono le tematiche affrontate, facendo notare agli bambini che in tutti e tre gli ambienti esplorati (corpo, scuola, bosco), ci fossero elementi viventi e non viventi.

Capitolo 4

La realizzazione del progetto didattico

Il progetto è stato realizzato in una sezione della scuola dell'infanzia della Valle d'Aosta. La classe nella quale ho lavorato è costituita da 10 alunni, 8 femmine e 2 maschi ed in particolare un bambino di 3 anni, 3 bambini di 4 anni e 5 bambini di 5 anni. Ad accompagnarmi nel lavoro vi erano due insegnanti che sono state presenti in tutti e 6 gli incontri prestabiliti della durata di un'ora circa ciascuno. Per quanto riguarda gli spazi utilizzati i primi 4 incontri hanno previsto attività indoor che si sono alternate tra l'aula principale della classe ed il salone della scuola. Gli ultimi due incontri outdoor invece sono stati svolti nel parco pubblico a 500 mt dalla scuola e nel parco giochi riservato alla scuola dell'infanzia.

Anche se la fase sperimentale è stata limitata, ho voluto impostarla sotto forma di una ricerca-azione basata sull'osservazione durante lo svolgimento delle attività e su una raccolta dati attraverso l'utilizzo sia degli appunti presi sul campo, che sull'aggiornamento quotidiano di un diario di bordo grazie a delle registrazioni vocali effettuate durante le lezioni. Lo scopo è stato quello di mettere a fuoco sia il modo in cui i bambini hanno partecipato alle attività che la mia azione come insegnante. A questo proposito, gli appunti sul campo e successivamente l'elaborazione dei dati raccolti e la riflessione su quanto accaduto sono stati basati su 5 domande, apparentemente molto semplici, ma che risultano molto significative per la comprensione del rapporto fra le fasi di pianificazione, azione, osservazione e riflessione.

1. Che cosa hanno fatto i bambini?
2. Che cosa hanno imparato?
3. Che cosa ho fatto io?
4. Che cosa ho imparato?
5. Che cosa ho intenzione di fare adesso?

(Adattato da Merrit et al., 1980)

Le risposte alle prime due domande forniscono elementi utili come indicatori (intesi come dati osservabili che danno informazioni su un oggetto da mettere a fuoco) per una valutazione degli apprendimenti conseguiti dai bambini. Allo stesso modo, le risposte alle due domande successive forniscono indicatori che permettono una valutazione della validità e dell'efficacia del mio operato come insegnante. La risposta all'ultima domanda contiene ciò che permette di portare avanti i cicli della ricerca-azione e contribuire a un mio apprendimento professionale come insegnante.

Allo stesso tempo, ho voluto valorizzare il ruolo dei bambini come partecipanti alla ricerca-azione, considerandoli come “soggetti attivi, produttori sapienti di pensiero e [...] soggetti competenti in grado di fornire un valido contributo al processo di ricerca” (Mortari, 2009, p. 7). Attraverso la riflessione con loro, condotta a forma di focus group, sono stati coinvolti in prima persona come soggetti capaci “di dar voce alla loro specifica visione delle cose” (p.7). In questo modo, “i bambini sono soggetti che costruiscono il pensiero nello scambio con altri ed è dunque assumendo tecniche che valorizzano la loro posizione di produttori di pensiero che si accede al loro punto di vista” (p. 7).

Inoltre, la presenza delle due insegnanti mi ha permesso di coinvolgerle come osservatrici e di raccogliere dati dal loro punto di vista tramite un focus group finale. In questo modo la ricerca-azione è stata caratterizzata dal confronto fra dati raccolti da una varietà di punti di vista in un processo di triangolazione. Elliott descrive la triangolazione come "un modo generalizzato di rapportare diversi tipi di dato e di metterli a confronto" (1991). Lo scopo è di mettere insieme più fonti di informazione riguardo agli oggetti della ricerca da focalizzare e così aumentare il numero dei punti di vista disponibili.

4.1 *Il nostro corpo*

Incontro 1

Durante il primo giorno di attività vi è stata una piccola presentazione iniziale durante la quale ho spiegato ai bambini chi ero e cosa avrei voluto fare con loro. Le insegnanti nei giorni precedenti al mio arrivo avevano già accennato ai bambini che sarei andata nella loro classe per proporre delle attività che mi sarebbero servite per un lavoro di ricerca per l'Università e hanno chiesto loro di diventare dei “collaboratori” per aiutarmi a raccogliere alcuni dati per questo mio lavoro.

Successivamente nell'aula in cui solitamente i bambini svolgono attività didattiche e di lettura ho presentato loro la storia “Non leccare questo libro” (Ben-Barak & Frost, 2018) (Figura 4.1).

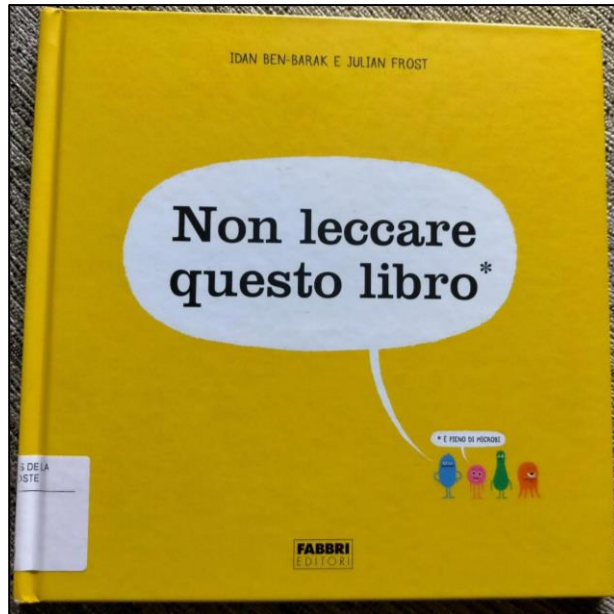


Figura 4.1. Copertina del libro

Ho inizialmente chiesto ai bambini di osservare la copertina del libro ed ho letto loro il titolo. Queste sono state le principali osservazioni mosse dai bambini:

“Ah sono i germi!”

“Sono quelli del Coronavirus”

“Sono piccoli, piccolissimi”

“Servono a farci andare in ospedale”

“Per fare ammalare tutta la gente”

In seguito, ho continuato a leggere il racconto che risulta piuttosto coinvolgente per i bambini perché è impostato in maniera molto interattiva. Infatti, viene richiesto ai lettori di accompagnare il protagonista, il microbo Min, in un viaggio che gli permetterà di incontrare altri microbi presenti in varie parti del corpo e in vari oggetti (Figure 4.2; 4.3; 4.4).



Figura 4.2. Min all'interno delle pagine del libro



Figura 4.3. Min all'interno della stoffa della maglia

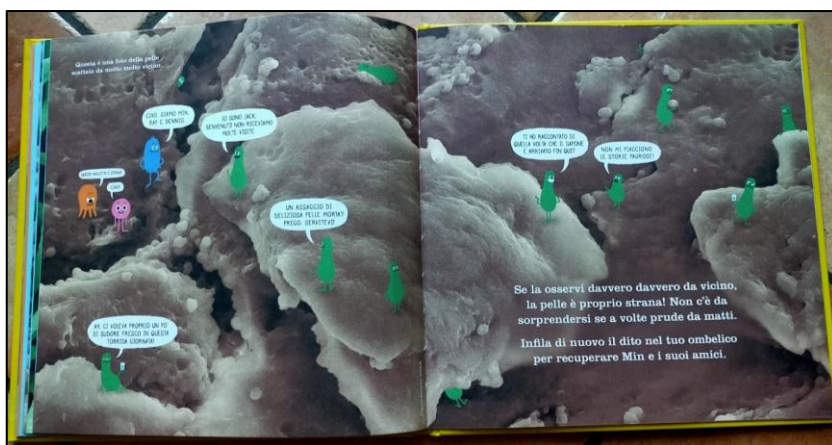


Figura 4.4. Min all'interno dell'ombelico

L'ultima pagina del libro (Figura 4.5) è stata utile per permettere ai bambini di capire quale sia l'effettiva forma dei microbi che è possibile incontrare e quali siano i nomi scientifici.

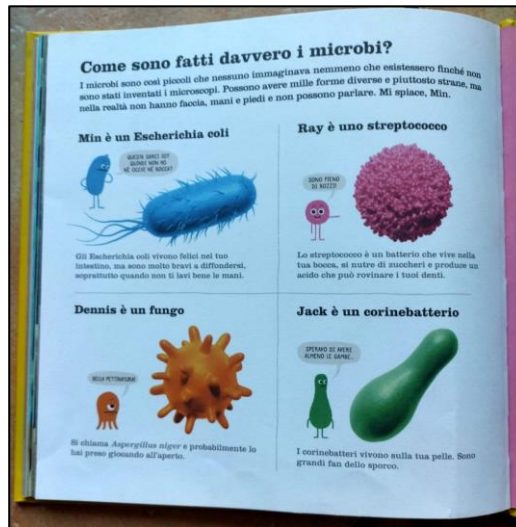


Figura 4.5. Ultima pagina del libro

Al termine della lettura ho domandato ai bambini che cosa avessero imparato da questo libro, queste sono state le risposte:

“Che ci sono tanti batteri”

“Che dobbiamo tenere lontani i germi”

Ho quindi domandato loro quali fossero alcune delle possibili soluzioni che si possono utilizzare per allontanare i microbi:

“Che dobbiamo lavarci bene le mani”

“Con il dottore”

“Con le medicine, quelle con la siringa”

“Con il vaccino”

“Con l’antigermi”

Ho notato che i bambini associavano il termine microbo a qualcosa di negativo e da combattere.

Ho voluto quindi spiegare loro che esistono anche dei microbi “buoni” e che ci aiutano a combattere quelli “cattivi”. Ho chiesto quindi dove si trovassero questi organismi con caratteristiche positive ed un bambino ha accennato all’intestino. Ho deciso quindi di approfondire l’argomento visto che si trattava della stessa tematica che avrei affrontato durante l’incontro successivo. Ho dunque chiesto cosa fosse e a che cosa servisse l’intestino:

“E’ quello che fa passare giù il mangiare”

“Digerire il mangiare, così non ti fa male il pancino”

“Il cibo passa qui (indica il collo), dopo va fino qui, nell’intestino (indica la pancia) e poi devi andare in bagno”

“A fare la cacca e la pipì”

“E l’ho notato (che vado) dopo aver mangiato”

Ho in seguito proposto una fase di esplorazione del corpo. Ho domandato agli studenti dove potessimo trovare dei microbi all’interno del corpo e ho proposto di esplorare il corpo per raccogliere alcuni microbi toccando le varie parti del corpo. Per aiutarli ho dato come suggerimento di pensare alle zone in cui sentono prurito in maniera più frequente. I bambini hanno risposto come segue:

“Nel naso”

“A me alcune volte viene qui” (indica la parte posteriore del ginocchio)

“Nella pancia”

“Nell’ombelico”

“Nell’orecchio”

“Dietro al ginocchio, penso siano le pulci, quelle dei cani”

“Nel sedere”

“Sulla fronte, asciugatevi il sudore”

“Nelle calze”

“Nelle mani”

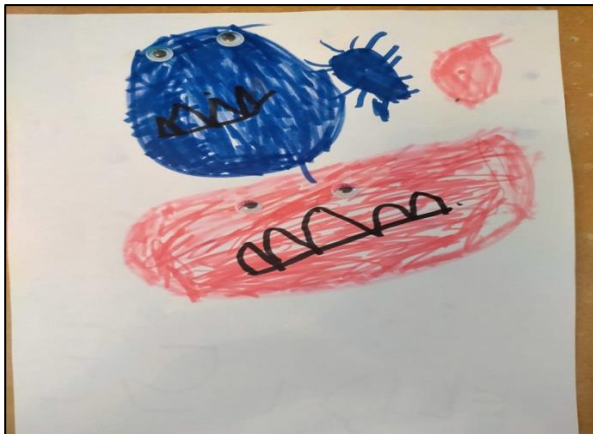
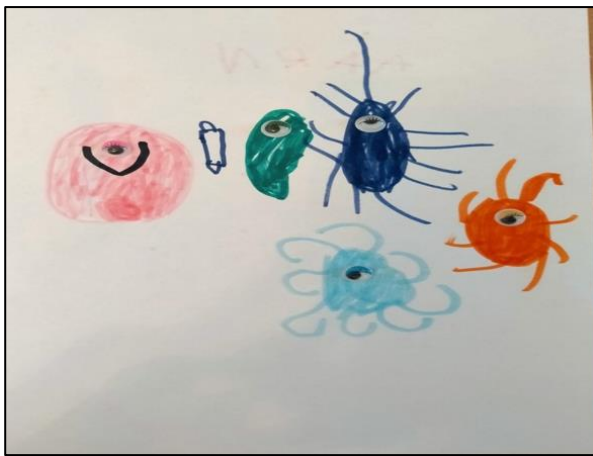
Per ogni parte del corpo indicata dai bambini chiedevo loro di toccarla con una mano e di far finta di prendere i batteri che vivono in questa zona.

In generale i bambini hanno svolto l’attività volentieri anche se qualcuno ha titubato durante l’esplorazione dell’ombelico perché non si sentiva a suo agio a scoprirsi la pancia. Alcuni bambini toccavano le parti del corpo suggerite ma non volevano far finta di raccogliere i microbi per paura di tenerli in mano. Queste sono alcune considerazioni emerse:

“Ho paura”

“Aiuto, li sento camminare, dappertutto”

Successivamente ho domandato di disegnare su un foglio uno o più microbi. Ho dato ai bambini la possibilità di rappresentarli sia come quelli del libro appena letto, sia in maniera libera e fantasiosa, come se li immaginavano. Ho inoltre fornito loro degli adesivi con degli occhi per far sembrare il disegno più realistico. Seguono alcuni dei disegni ottenuti (Figura 4.6):



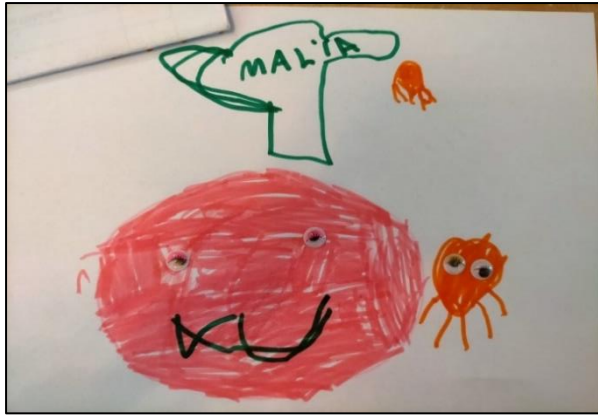


Figura 4.6. Alcuni disegni dei microbi

Incontro 2

Ho inizialmente domandato ai bambini quali attività avessimo svolto durante l'incontro precedente:

“Abbiamo disegnato quelli” (indica i germi della copertina del libro posato a terra)

“Si chiamano anche batteri” “o microbi” (ha aggiunto un'altra bambina)

“Fanno ammalare”

“Ma ce ne sono anche di buoni”

“Si trovano sulla pancia”

“Servono per combattere contro quelli cattivi”.

Ho potuto constatare che i bambini ricordavano bene le nozioni principali emerse la volta precedente ho deciso quindi di proseguire con le attività. Ho quindi domandato che cosa ci fosse secondo loro dentro alla nostra pancia.

“Lo stomaco”

“L'intestino”

“La bocca e il naso”

Ho chiesto agli alunni di disegnare com'è strutturato secondo loro l'apparato digerente.

Seguono alcuni dei disegni realizzati (Figure 4.7; 4.8; 4.9):

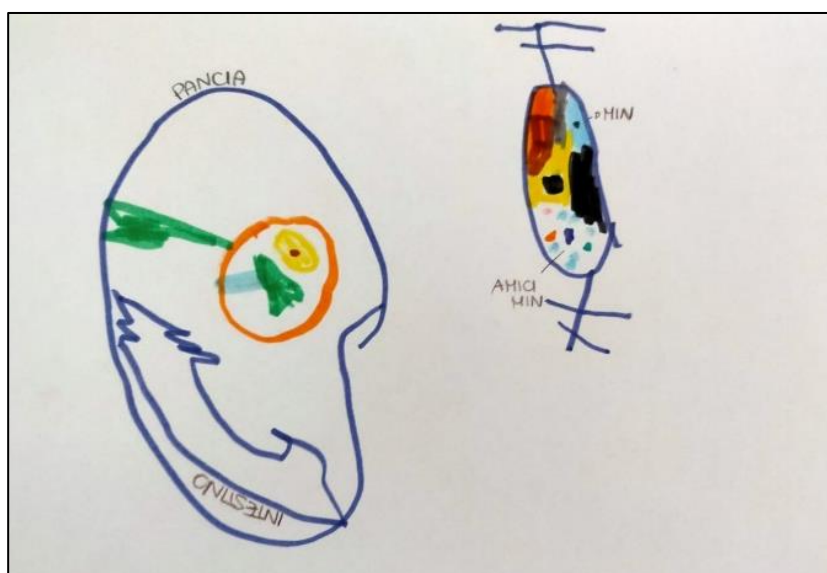


Figura 4.7. L'apparato digerente, primo disegno (5 anni)

In questo disegno sono stati raffigurati sia Min che gli altri microbi protagonisti del libro.

Inoltre, sono presenti anche la pancia, l'intestino e del cibo non specificato.

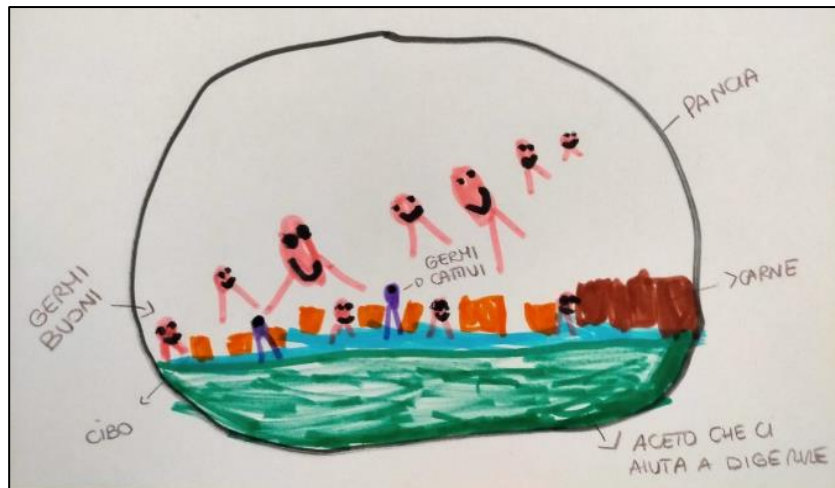


Figura 4.8. L'apparato digerente, primo disegno (5 anni)

In questa rappresentazione è possibile notare come siano stati raffigurati sia germi buoni che cattivi, del cibo, in particolare della carne, e l'“aceto” (termine usato dalla bambina), che aiuta a digerire. Quest'ultimo aspetto non era emerso in precedenza durante la discussione.

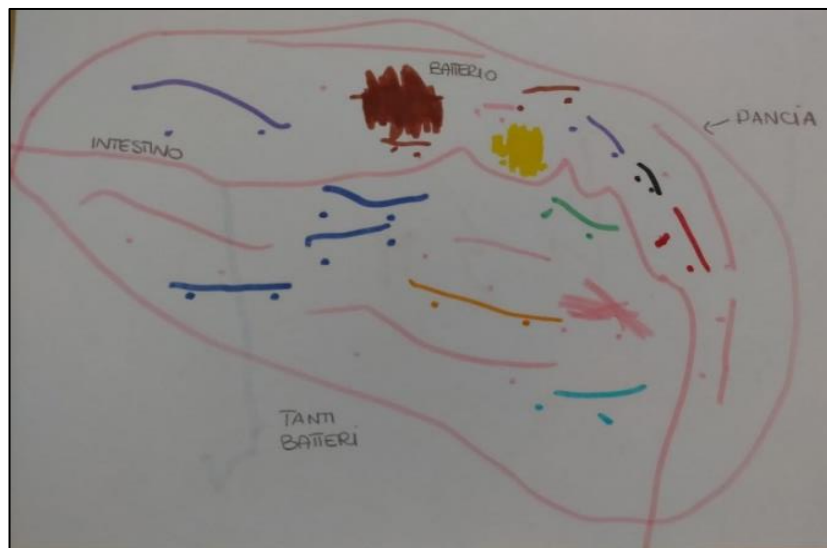


Figura 4.9. L'apparato digerente, primo disegno (3 anni)

In questo disegno sono presenti sia la pancia che l'intestino che viene rappresentato con una linea rosa molto lunga. Sono inoltre stati inseriti numerosi batteri di colori differenti per evidenziare le loro diversità.

Successivamente, in una parte del salone dotata di divanetti, ho letto loro la storia intitolata “Il viaggio di Stella”:



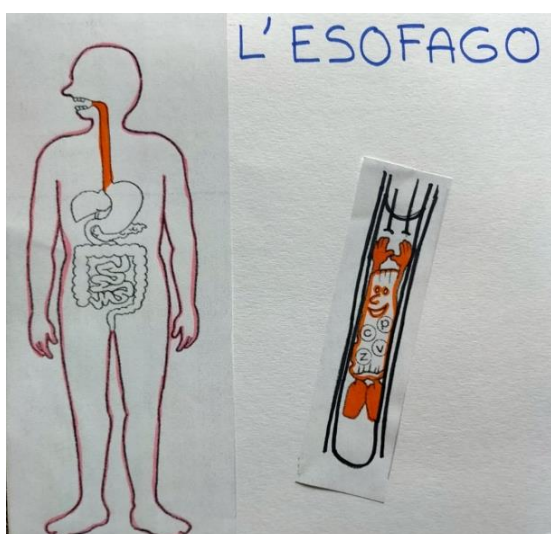
Ciao bambini, piacere a tutti. Mi presento! Sono Stella, la caramella.

Volete sapere quale viaggio faccio nel vostro corpo, dopo che mi avete morsicato? Andiamo a scoprirlo insieme!

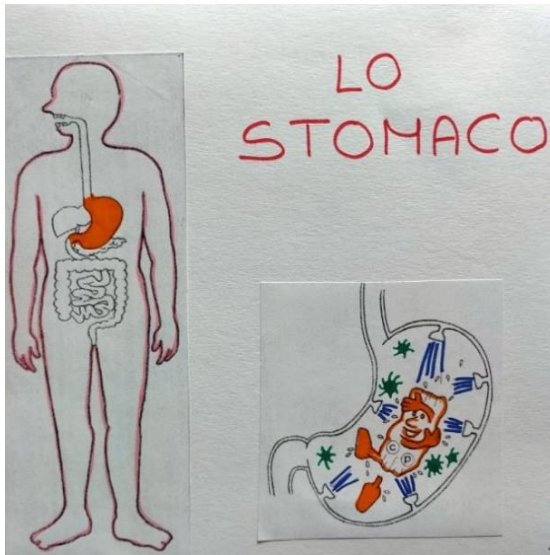
Tutti i giorni, quando si avvicina l'ora della merenda mi agito un po' perché so che è arrivata l'ora di cominciare il mio viaggio!



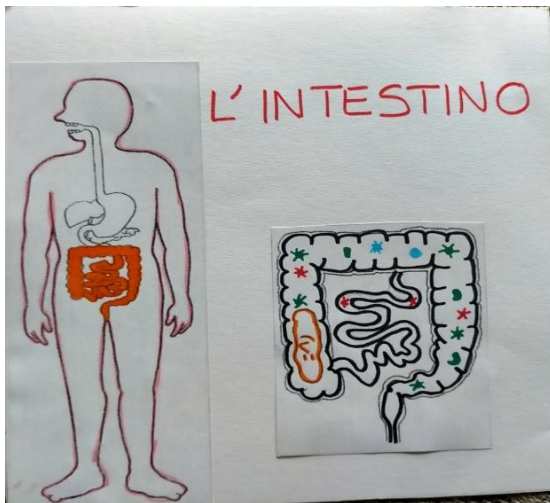
Improvvisamente finisco all'interno di un'enorme caverna buia, la bocca, protetta da tanti soldatini bianchi (i denti) che mi tagliano, mi lacerano e mi tritano per bene fino a farmi diventare una piccola pallina appiccicosa. Ci sono anche dei batteri che si mettono a lavorare.



Ecco che all'improvviso una pala (la lingua) mi spinge verso un lunghissimo tubo, l'esofago, proprio come quelli dei parchi divertimento! Io non volevo scendere, cercavo di fermarmi, ma proprio non ci riuscivo! Anche qui i batteri non mancano.



Ad un certo punto, woow! Sono caduta dentro ad una grossa piscina, lo stomaco, piena di succhi che mi hanno frantumato in mille pezzettini! Là dentro era pieno di batteri che mi hanno fatto compagnia un momento, e che hanno aiutato il corpo a digerirmi... finché non è iniziata la magia! Le pareti del sacco hanno iniziato a muoversi e mi facevano ribalzare da tutte le parti!



Ma ad un certo punto.... io e i pezzettini siamo caduti ancora una volta in un tubo (l'intestino), molto ma mooolto più lungo di quello di prima ma anche questo pieno di batteri! Abbiamo iniziato il lungo labirinto di questo tubo insieme, finché mi sono accorta che qualche pezzettino spariva e veniva risucchiato dal sangue!



Io però ho continuato la mia avventura fino alla fine... ma ad un certo punto... è arrivata l'ora di andare in bagno! Ecco che, sono uscita dal corpo, ho rivisto finalmente la luce, ma mi sono ritrovato dentro al water! Wow che gran bel viaggio!

I bambini hanno seguito con attenzione ed entusiasmo la storia. Ho deciso comunque, al termine della lettura, di ripercorrere brevemente le tappe, in modo da ripetere insieme i nomi dei vari organi. In seguito, ho proposto loro un percorso motorio per consolidare le varie fasi della narrazione. Quest'attività è stata realizzata nel salone della scuola in modo che ci fosse spazio a sufficienza per far muovere i bambini, che hanno compiuto il percorso uno alla volta. Questo era composto da cinque postazioni, ognuna delle quali rappresentava una delle tappe presenti nella storia.



Nella prima postazione i bambini dovevano, all'interno del cerchio, sbattere i piedi a terra in modo da simulare l'azione dei denti.



Nella seconda parte essi dovevano strisciare in mezzo alle sedie che simulavano le pareti dell'esofago.



La terza tappa, senza attrezzi, richiedeva ai bambini di rotolarsi per terra in modo da simulare il movimento della caramella all'interno dello stomaco quando le pareti si muovono.



Per rappresentare l'intestino è stata posizionata una lunga corda colorata a terra sulla quale i bambini dovevano camminare lentamente.



Durante l'ultima tappa i bambini dovevano posizionarsi all'interno del cerchio e fingere di essere sul gabinetto.

In generale i bambini hanno apprezzato questa attività. La maggior parte di loro ha voluto ripetere il percorso varie volte, qualcuno invece ha preferito eseguirlo una sola volta. Ho riscontrato che, non essendoci alcun oggetto nella terza postazione i bambini si dimenticavano cosa fare o passavano direttamente alla stazione successiva.

Grazie alla collaborazione dell'insegnante e a seguito delle attività svolte in mattinata, durante il pomeriggio, i bambini hanno disegnato nuovamente l'apparato digerente. Questo mi ha permesso di verificare se i bambini ricordassero i principali organi costituenti l'apparato digerente.

Seguono alcuni dei disegni realizzati (Figure 4.10; 4.11; 4.12; 4.13):

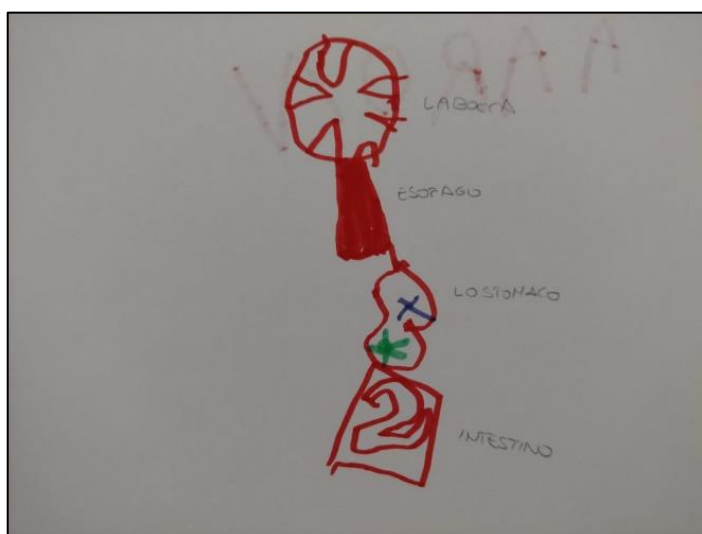


Figura 4.10. L'apparato digerente, secondo disegno (5 anni)

In questa immagine il bambino ha rappresentato gli organi nel corretto ordine e con una forma somigliante a quella reale. Ha inoltre aggiunto i microbi all'interno dell'intestino.

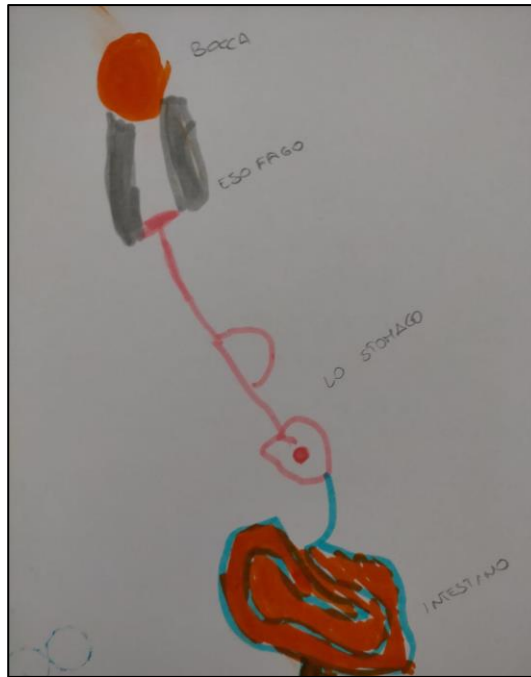


Figura 4.11. L'apparato digerente, secondo disegno (5anni)

Anche in questo caso sono presenti tutti gli elementi corretti, nel giusto ordine e con una forma simile a quella presentata.



Figura 4.12. L'apparato digerente, secondo disegno (4 anni)

In questo disegno il bambino ha rappresentato tutti gli elementi richiesti ma non li ha posizionati nel corretto ordine. Sono stati raffigurati anche i denti (di colore rosso) all'interno della bocca, i batteri nello stomaco e le feci al termine dell'intestino.

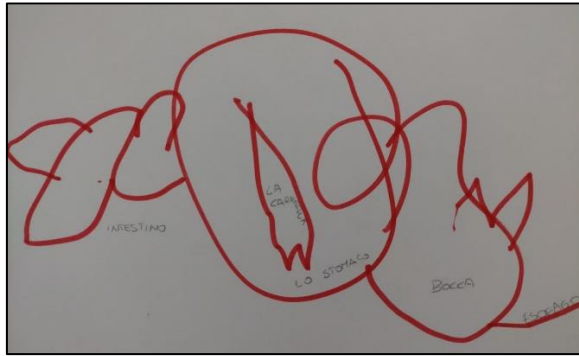


Figura 4.13. L'apparato digerente, secondo disegno (3 anni)

In questo caso tutti gli organi sono stati disegnati con lo stesso colore, nell'ordine corretto, con una forma un po' distante da quella reale. È stata anche inserita la caramella all'interno dello stomaco.

Attraverso questa fase di immaginazione e realizzazione del disegno, ho potuto quindi verificare che la maggior parte dei bambini ricordava gli organi dell'apparato digerente nel corretto ordine e che inserivano i microbi come parte essenziale dei processi coinvolti.

4.2 *La nostra scuola*

Incontro 3

Durante il terzo incontro ho deciso di far presentare ai bambini, uno alla volta, i disegni che avevano realizzato il pomeriggio precedente con l'insegnante. Quest'attività è stata utile per riprendere i concetti principali a proposito dell'apparato digerente. Inoltre, su richiesta di alcuni bambini ho riletto la storia "Il viaggio di Stella".

Successivamente ho posto una domanda stimolo per introdurre il concetto di elementi viventi e non viventi. Alla domanda "Quali sono gli esseri viventi e perché?" i bambini hanno risposto:

"Gli animali"

"Gli umani"

"Le bambine"

"Perché si muovono"

"Le farfalle"

"I bruchini"

"Le crisalidi"

"Mangiano"

“Le marmotte”

“Fanno delle piccole marmotte”

Vi è poi stata una breve discussione per stabilire se un albero fosse un essere vivente o meno. In questa fase ho riscontrato alcune difficoltà riguardo alla comprensione della fase di nutrizione e di riproduzione della pianta. Infatti, inseguito alla domanda *“ma l’albero si nutre? Mangia o beve?”* i bambini rispondevano in maniera negativa. Le insegnanti all’inizio dell’incontro mi avevano informata che con i bambini avevano affrontato la tematica riguardo alle varie parti della pianta e al suo ciclo vitale. Ho dunque chiesto loro se sapevano cosa fossero le radici e a cosa servissero. Riflettendo su questa seconda domanda essi si sono autocorretti e hanno classificato l’albero come un organismo vivente.

In seguito, ho mostrato loro un cartellone diviso in due sezioni. Una prima con il titolo *“viventi”* e l’altra *“non viventi”*. Ho utilizzato in seguito un sacchetto scuro con all’interno varie figure con dei disegni di vari organismi e oggetti. A turno i bambini dovevano pescare dal sacchetto un’immagine e decidere in quale delle due parti del cartellone incollarla e spiegarne la motivazione (Figura 4.14).

Alcuni esempi sono stati:

- *Coccinella*: è un essere vivente perché *mangia*
- *Tartaruga*: è un vivente perché *si muove, mangia, va lenta*
- *Libri*: sono non viventi perché *non mangiano*
- *Microbi*: sono viventi perché *si muovono*
- *Bambola*: è un non vivente perché *non cresce*



Figura 4.14. Cartellone con viventi e non viventi

Per terminare l'attività ho fornito a ciascun bambino un foglietto di carta ed ho domandato loro di andare ad esplorare liberamente la scuola, di scegliere un elemento non vivente, di disegnarlo sul foglio e di consegnarmelo. Successivamente ho chiesto di compiere la stessa procedura selezionando un elemento vivente all'interno della scuola. Alcuni bambini hanno voluto fare più di un disegno per ognuna delle due categorie. Al termine dell'attività ho ritirato i disegni realizzati.

Seguono alcuni dei disegni realizzati (Figure 4.15; 4.16; 4.17):

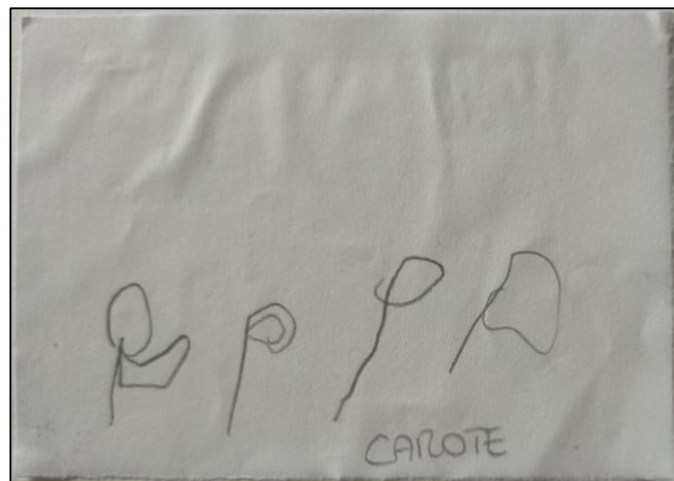


Figura 4.15. Esempio di vivente (carote) all'interno della scuola

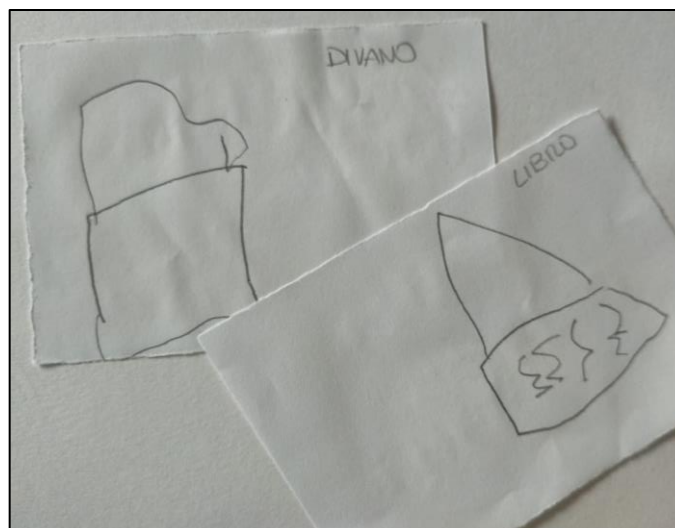


Figura 4.16. Esempi di non viventi (libri e divano) all'interno della scuola

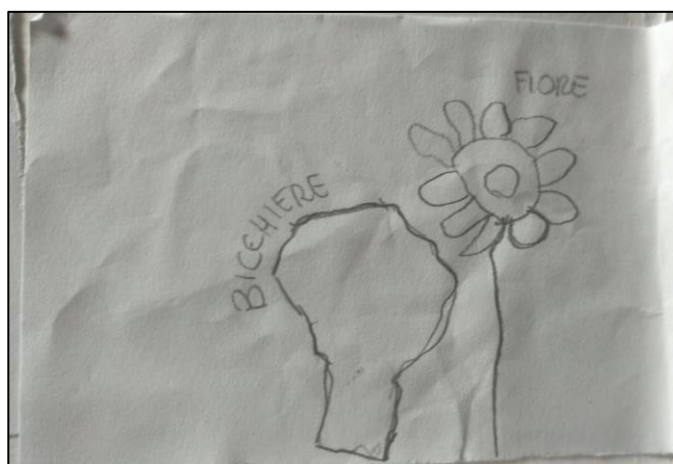


Figura 4.17. Esempi di vivente (fiore) e non vivente (bicchiere) all'interno della scuola

Questa attività di esplorazione e immaginazione mi ha permesso di verificare se i bambini avessero compreso quali fossero i principali elementi appartenenti alle due categorie e se sapessero individuarne alcuni nuovi all'interno dell'edificio scolastico. Nel complesso la maggior parte dei bambini ha raffigurato gli elementi corretti: tra i viventi sono stati indicati le carote, i fiori, i bruchi (i bambini hanno all'interno del salone numerose piante di ortaggi in vasetti e un'apposita zona dove allevano dei bruchi), tra i non viventi i libri, i bicchieri, il divano e il computer. Altri bambini invece non hanno seguito correttamente la consegna e hanno raffigurato degli elementi viventi e non viventi non presenti all'interno dell'edificio scolastico (tartaruga, pesce, coccinella, gatto).

Incontro 4

Durante questo incontro per riprendere gli argomenti affrontati la settimana precedente ho mostrato nuovamente ai bambini il cartellone con le scritte "viventi" e "non viventi". Ho chiesto loro di spiegare brevemente le attività svolte durante il terzo incontro. Queste sono alcune delle frasi che hanno utilizzato per riepilogare:

"Abbiamo messo quelli viventi e non viventi"

"Alcuni stanno fermi altri si muovono"

"Crescono"

"Anche i germi sono viventi"

"Nascono dalla mamma e dal papà"

"La coccinella mangia le foglie"

Successivamente, ho fatto mostrato loro i disegni che avevano realizzato durante la lezione precedente nella fase di esplorazione della scuola. A turno hanno incollato i disegni

nella giusta sezione del cartellone (Figura 4.18). Come visto precedentemente due bambini hanno disegnato su uno stesso foglio sia un elemento vivente che uno non vivente. Dopo una discussione collettiva è stato deciso di incollare questi due disegni nella parte centrale del cartellone in modo che avessero dei legami con entrambe le parti.



Figura 4.18. Cartellone viventi e non viventi completo

La fase successiva dell'incontro ha riguardato una nuova attività di immaginazione. Ai bambini è stato chiesto, a partire da dei fogli di giornali, che avevo precedentemente ricavato da delle riviste, di ritagliare delle immagini e realizzare un collage su un foglio in modo da rappresentare la loro scuola ideale (Figure 4.19; 4.20; 4.21). I bambini potevano scegliere tra raffigurazioni di vario tipo (arredi scolastici, materiali e strumenti didattici, giochi, esseri umani, animali, frutta e vegetali). Questa attività è stata utilizzata come fase di valutazione in itinere per verificare che i bambini avessero compreso che all'interno della scuola fossero presenti contemporaneamente sia organismi viventi che elementi non viventi.



Figura 4.19. La mia scuola ideale (5 anni)

In questa rappresentazione il bambino ha inserito degli elementi legati al gioco del calcio, degli animali e della pittura. Sono stati inseriti sia elementi viventi che non viventi.



Figura 4.20. La mia scuola ideale (4 anni)

Qui il bambino ha inserito principalmente degli arredi che vorrebbe trovare all'interno dell'edificio scolastico. Sono stati inseriti sia elementi viventi (i bambini) che non viventi.



Figura 4.21. La mia scuola ideale (5 anni)

Anche in questa rappresentazione sono stati raffigurati sia elementi viventi (i bambini, alcuni animali, le verdure nell'orto scolastico) che non viventi (giochi di vario tipo).

In questo modo, al termine del lavoro ho potuto riscontrare che in tutte le rappresentazioni dei bambini sono state inserite entrambe le tipologie affrontate.

4.3 *Il nostro parco bosco*

Incontro 5

Questo incontro è stato svolto in uno spazio outdoor, in particolare, non avendo a disposizione una zona unicamente boschiva nei pressi dell'edificio scolastico, ci siamo recati in un parco pubblico piuttosto ampio e con una varietà di alberi.

All'inizio dell'attività ho posto una domanda piuttosto complessa ai bambini. Ho chiesto se avessero mai sentito la parola "ecosistema" e cosa facesse venire loro in mente questo termine. I bambini sono stati inizialmente un po' titubanti e mi hanno detto di non conoscere questa parola ma che a qualcuno faceva venire in mente "*la natura*".

Ho quindi deciso di fornire loro una breve definizione di ecosistema dicendo che si tratta di un ambiente in cui sono presenti contemporaneamente sia una componente vivente che una non vivente e che esse interagiscono tra loro. A partire dall'analisi delle attività realizzate durante gli incontri precedenti abbiamo quindi potuto affermare che sia il nostro corpo che la scuola fossero degli ecosistemi. Per consolidare il concetto di viventi ho mostrato un cartellone riepilogativo dei concetti emersi durante i confronti negli incontri precedenti (Figura 4.22) e l'ho presentato come se fosse una piccola guida da seguire per stabilire se un oggetto sia vivente o meno.

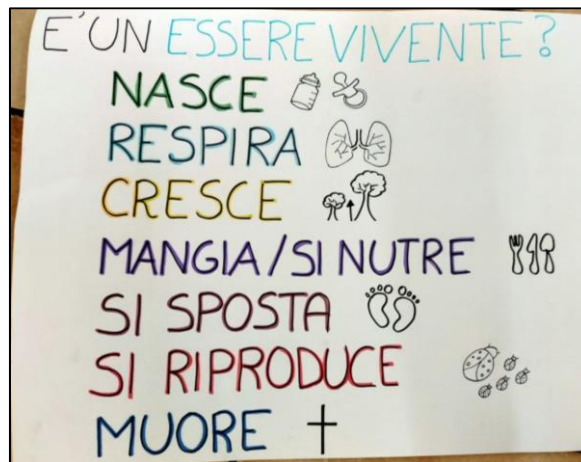


Figura 4.22. Cartellone per riconoscere gli esseri viventi

In seguito, ho domandato ai bambini se anche il parco, in cui ci trovavamo, fosse un ecosistema. Quasi tutti hanno risposto in maniera affermativa e per confermare le loro ipotesi ho chiesto, dopo aver fornito loro dei sacchetti di plastica, di raccogliere, esplorando il parco, degli elementi non viventi. Al termine di questa prima esplorazione ci siamo rimessi in cerchio e abbiamo confrontato il materiale raccolto. A turno i bambini dovevano mostrare i loro oggetti ed inserirli in un cartone (Figura 4.23) con la scritta non viventi.



Figura 4.23. I due cartoni in cui inserire gli oggetti

In generale i bambini hanno raccolto e classificato i materiali in modo corretto. Sono stati individuate principalmente delle pietre e qualche sacchetto di plastica abbandonato che è stato prelevato con l'aiuto dell'insegnante. Alcuni bambini hanno raccolto anche dei pezzi di legno e delle pigne che dopo una discussione collettiva abbiamo stabilito essere dei viventi. Infine, ho nuovamente domandato di esplorare il parco e di raccogliere gli organismi viventi. In questo caso non ci sono state meno difficoltà e gli alunni hanno individuato foglie, pigne, rami, fiori, erba e una formica che però abbiamo deciso di non inserire nella scatola. Seguono gli elementi raccolti (Figure 4.24; 4.25):



Figura 4.24. Elementi non viventi raccolti



Figura 4.25. Elementi viventi raccolti

Questa fase di esplorazione ha aiutato i bambini ad osservare il parco, in cui abitualmente giocano e svolgono alcune attività didattiche, utilizzando un punto di vista diverso che ha permesso loro di porre l'attenzione su elementi che solitamente non colpiscono la loro attenzione. L'attività è stata utile anche per riflettere con i bambini su alcuni oggetti (legni, erba, pigne...) che risultano difficili da classificare correttamente nelle due categorie. Infine, dato che in questa fase era richiesta una ricerca di tipo individuale, ho potuto valutare se i bambini avessero effettivamente acquisito i concetti di vivente e non vivente.

Incontro 6

Durante questa fase finale ho proposto ai bambini la lettura del libro "Alfie in the Woods" (Gliori, 2017). Ho deciso di presentare loro una traduzione di questo libro che nella versione originale è in inglese. Ho voluto utilizzare questo volume poiché in esso il protagonista gioca a nascondino nel bosco con alcuni animali. Durante la lettura, che è avvenuta in una zona

del parco adiacente alla scuola, i bambini hanno potuto riconoscere e nominare alcuni organismi viventi presenti nel bosco. Alcuni di questi erano i medesimi che i bambini hanno visto e raccolto durante l'incontro precedente (alberi, pigne, rami, erba, foglie...), infatti, quando, durante la lettura, domandavo loro se fossero organismi viventi o meno, rispondevano correttamente. Altri organismi invece, come gli animali (Figura 4.26), non erano stati presi in considerazione il giorno precedente, ma i bambini sono comunque riusciti a classificarli con esseri viventi.



Figura 4.26. Pagina del libro in cui sono presenti gli animali del bosco

In alcune pagine del libro il protagonista Alfie cerca nascondersi trasformandosi in un altro animale (Figura 4.27). Questo mi è servito per accennare brevemente al concetto di mimetizzazione.



Figura 4.27. Alfie, il protagonista, si mimetizza utilizzando dei rami.

In seguito, ho proposto ai bambini di fare una caccia al tesoro poiché avevo nascosto nel parco alcuni disegni di animali (Figura 4.28). I bambini dovevano esplorare il parco alla ricerca di queste figure e depositarle in una scatola. Questa attività mi ha permesso innanzitutto di lavorare sulle abilità di esplorazione e osservazione dei bambini. Ho posizionato le immagini in varie zone, sia in nascondigli all'altezza dei bambini, sia più in basso che in alto. All'inizio

dell'attività ho infatti spiegato che per diventare esploratori è necessario fare ben attenzione a tutti i dettagli, non distrarsi e osservare dappertutto. La stessa attività mi ha permesso inoltre anche di lavorare sul lessico degli animali presenti nel bosco poiché una volta trovate tutte le immagini le abbiamo osservate insieme ripetendo il nome e le caratteristiche di ogni figura. Nel complesso i bambini hanno individuato facilmente la maggior parte delle figure nascoste, hanno avuto più difficoltà nel trovare quelle posizionate in basso. Per quanto riguarda i nomi degli animali, tutti bambini, anche i più piccoli, li ricordavano correttamente. Sono inoltre riusciti a categorizzare e quantificare viventi e non-viventi.



Figura 4.28. Alcune immagini per la caccia al tesoro

Infine, per concludere le attività ho ripreso il concetto di ecosistema introdotto il giorno precedente, termine che solo una bambina ricordava correttamente. Ho riassunto quindi le attività realizzate durante i sei incontri e ho riflettuto con loro su come tutti e tre gli ambienti esplorati (corpo, scuola e bosco) fossero effettivamente degli ecosistemi.

Ho riportato alcuni estratti dalle varie fasi di riflessione e riassunto condotte con i bambini nel capitolo 5.

Capitolo 5

Riflessioni conclusive e prospettive

5.1 *La riflessione sul percorso come ricerca-azione*

A partire dall'osservazione durante le attività svolte, gli appunti presi sul campo, l'ascolto delle registrazioni vocali effettuate e la compilazione di un diario di bordo dopo ogni incontro, ho potuto riflettere sulla mia azione come insegnante e sul rapporto fra le fasi di pianificazione, azione, osservazione e riflessione. Per rendere ancora più completa e profonda la fase di rielaborazione conclusiva e fare in modo che diventasse anche una riflessione prospettiva, ho ritenuto opportuno seguire sempre l'impostazione offerta dalle domande inizialmente stabilite.

- Che cosa hanno fatto i bambini?
- Che cosa hanno imparato?
- Che cosa ho fatto io?
- Che cosa ho imparato?
- Che cosa ho intenzione di fare adesso?

(Adattato da Merrit et al., 1980)

Ho cercato di rispondere alle domande attraverso una triangolazione di punti di vista che prendesse in considerazione anche le varie forme di feedback che ho ricevuto da parte dei bambini e delle insegnanti che hanno osservato il lavoro svolto sia durante che dopo gli incontri. Questa triangolazione mi ha sicuramente permesso di arricchire la mia raccolta dati per comprendere angolazioni diverse e i vari punti di vista disponibili.

L'uso del diario di bordo è stato particolarmente significativo come strumento poiché mi ha permesso di capire quanto possa essere utile la scrittura per riflettere ed esplicitare i contenuti e i presupposti alla base della mia azione didattica. Durante il percorso ho potuto sperimentare in prima persona quanto illustrato da Holly (1989).

La scrittura è sia una costruzione che una ricostruzione dell'esperienza. Lo scrittore si presenta allo scrittore e si facilita la conoscenza della conoscenza. La scrittura può essere molto più potente di quanto non si pensi. Se cominciamo a scrivere liberamente di una questione che ci concerne, ci troveremo a esprimere delle cose mai pensate prima. Dobbiamo formulare in modo esplicito ciò che sentiamo implicito, e così chiarirci cose che forse costituivano un insieme confuso. Durante

questo processo arriveremo nuove conclusioni e idee che riguardano l'azione da intraprendere. Non ci dovrebbe sorprendere la facilità con cui molto materiale inconscio sale e diventa conscio durante la scrittura. [...] Scrivere stimola questo interscambio e ci permette di osservarlo, dirigerlo e comprenderlo (p. 74).

Tutte le attività svolte dai bambini e le azioni didattiche da me intraprese descritte nel capitolo precedente contengono risposte alla prima e alla terza domanda. Dunque, in questo capitolo mi soffermerò sulla seconda, la quarta e la quinta domanda. Per quanto riguarda che cosa hanno imparato i bambini, ho cercato di individuare indicatori osservabili come comportamenti, prodotti realizzati e interventi da parte loro. Alcuni esempi sono inseriti sotto. Per quanto riguarda i miei apprendimenti, ho cercato di riflettere sulla validità e l'efficacia del mio operato, immaginare alternative e prevedere futuri sviluppi per l'estensione di una prospettiva ecologica all'interno del mio insegnamento sia nella scuola dell'infanzia che nella scuola primaria.

5.1.1 *L'apprendimento dei bambini*

A proposito di ciò che i bambini hanno effettivamente imparato, ritengo di poter dire che essi abbiano costruito conoscenza di come all'interno del nostro corpo esistano numerosi microrganismi dei quali sovente ignoriamo l'esistenza. Loro hanno compreso quali sono le principali zone del corpo in cui è possibile riscontrare la presenza di virus e batteri e che non tutti questi organismi risultano dannosi per il nostro organismo. Inoltre, dopo aver imparato quali sono gli organi (bocca, esofago, stomaco, intestino) più importanti che costituiscono l'apparato digerente, i bambini hanno compreso che all'interno di essi vi è una grande presenza di microrganismi che favoriscono la digestione dei nutrienti. Infatti, nei disegni che loro hanno prodotto durante la fase di immaginazione, i microrganismi sono sempre stati rappresentati in abbondanza.

Durante la lettura del libro "Non leccare questo libro", quando ho presentato la pagina in cui viene mostrata la superficie dei denti da vicino i bambini hanno commentato⁶:

B: "*Wooow, è pieno di germi*"

B: "*Ha trovato degli amici*"

⁶ (I = Insegnante; B= Bambina/o)

I bambini hanno inoltre imparato quali sono le differenze tra un elemento vivente e uno non vivente, facendo particolare riferimento al ciclo vitale che i primi possiedono (nascono, crescono, respirano, si nutrono, si spostano e muoiono).

B: *“Ho trovato un sasso, è un non vivente”*

I: *“Brava, perché?”*

B: *“Perché non mangia”*

B: *“Io ho un fiore”*

I: *“E’ un vivente o non vivente?”*

B: *“E’ un vivente”*

I: *“Perché?”*

B: *“Perché cresce”*

I: *“E fa dei piccoli fiorellini?”*

B: *“Sì”*

I: *“Come fa?”*

B: *“Con i semini”*

In riferimento a questi apprendimenti, essi hanno potuto constatare che in ogni ambiente incontrato – all’interno del loro corpo, nella scuola e nel bosco – è possibile individuare contemporaneamente la presenza di organismi viventi e non viventi che interagiscono tra loro, caratteristica che rende questi ambienti dei veri e propri ecosistemi.

I: *“Qualcuno si ricorda la parola difficile che vi ho detto ieri? Quella che inizia con la e...?”*

(Titubanza dei bambini)

I: *“Eco...?”*

B: *“Ecosistema”*

I: *“Bravissima, abbiamo detto che è un ambiente, un posto dove ci sono sia viventi che non viventi, giusto?”*

B: *“Sì”*

I: *“Allora vi ricordate che nel corpo ci sono sia cose non viventi, come i capelli, i vestiti, sia viventi”*

B: *“Come i batteri”*

I: *“Esattamente, quindi il corpo è un ecosistema?”*

B: *“Sì!”*

I: *“Esatto. E la vostra scuola?”*

B: *“Anche”*

I: *“Perché?”*
B: *“I disegni che abbiamo fatto”*
B: *“Ci sono viventi e non viventi”*
I: *“Quali sono i viventi?”*
B: *“I bruchi”*
B: *“Le carote”*
I: *“E i non viventi?”*
B: *“I libri”*
I: *“Bravissimi, e ieri vi ricordate nel parco cosa abbiamo raccolto?”*
B: *“C'erano due scatole”*
B: *“Una dei viventi e una non viventi”*
I: *“Quindi anche nel parco li troviamo tutti e due?”*
B: *“Si”*
I: *“Allora anche il parco è un ecosistema?”*
B: *“Si”*

Per quanto riguarda le competenze più trasversali i bambini hanno imparato ad osservare con molta attenzione l'ambiente circostante e a riflettere su di esso al fine di rispondere a domande complesse. Dal punto di vista delle competenze personali e sociali loro hanno inoltre imparato a collaborare con una persona esterna dimostrando interesse e attenzione per un determinato periodo di tempo. Questo fatto è stato sottolineato in modo particolare dalle insegnanti che hanno osservato gli incontri.

5.1.2 *Il mio apprendimento professionale*

Attraverso la riflessione sulla mia azione didattica e anche sui *feedback* ricevuti dai bambini e dalle insegnanti ho imparato che è possibile affrontare, anche con bambini della scuola dell'infanzia, argomenti complessi appartenenti ad un ambito scientifico. Ho potuto constatare come vari concetti di una certa complessità siano stati interiorizzati:

I: *“Alfie si mimetizza tra gli alberi. Cosa vuol dire si mimetizza?”*
B: *“Si nasconde”*
B: *“Non si riconosce”*

Anche questo è stato rilevato da entrambi le insegnanti, e l'hanno espresso con un certo livello di sorpresa e piacere. Una delle due ha sottolineato come il percorso abbia permesso ai bambini di

[...] prendere coscienza dell'esistenza costante di un mondo vivente prima sconosciuto o meglio, poco conosciuto.

Inoltre, ha anche aggiunto un esempio di come alcuni elementi appresi siano stati trasferiti dai bambini in momenti al di fuori del percorso stesso.

Per esempio, durante un momento di gioco libero, una bambina fingeva di avere Min sul dito e diceva "l'ho messa nell'ombelico".

L'altra insegnante ha aggiunto:

Mi sono dovuta ricredere sulla difficoltà dell'argomento. Il modo semplice e scaglionato di presentarlo ha ottenuto buoni risultati nel gruppo classe.

Ho capito che questo è attuabile se le tematiche vengono scomposte in segmenti di complessità minore ed affrontate proponendo attività pratiche di varia natura che permettono fasi di esperienza concreta, osservazione riflessiva, concettualizzazione astratta e sperimentazione attiva (Kolb, 1984). Ritengo che l'approccio utilizzato, ovvero l'unione di attività esplorative, immaginative e narrative sia stato uno dei punti di forza del progetto didattico perché ha permesso, alla maggior parte dei bambini, di elaborare con maggior profondità i principali concetti proposti. In questo modo, essi hanno potuto costruire ed esprimere con azioni, disegni e parole proprie che cosa hanno costruito come conoscenza e realizzato come modi di procedere e rielaborare tutte le esperienze che hanno stimolato i loro processi di apprendimento.

B: *"Questo è un vivente (mostra un fiore), ha anche le gocce"*

...

I: *"Abbiamo trovato più organismi viventi o non viventi?"*

B: *"Ci sono più cose viventi"*

...

I: *"Secondo voi se trovassimo qualche animale dove lo mettereste?"*

B: *"Di qua"* (indica la scatola dei viventi)

I: *"Quali potremmo trovare in questo parco?"*

B: *"Dei bruchi"*

B: *"Delle farfalle"*

B: *"Degli insetti"*

B: *"Lo scoiattolo"*

...

I: *“Vi ricordate che all’inizio vi avevo chiesto se nel parco c’erano sia viventi che non viventi? E voi mi avete detto che c’erano entrambi?”*

B: *“Sì”*

I: *“Siete ancora d’accordo con quello che avevate detto?”*

B: *“Sì, guarda”* (mostra tutte e due le scatole piene di oggetti).

B: *“Però ce ne sono più viventi”*.

Ho imparato inoltre, che è necessario calibrare bene la quantità e la durata delle attività da presentare ad ogni incontro. Infatti, i tempi di attenzione dei bambini di tre/sei anni sono piuttosto brevi. Ho riscontrato che la maggior parte di essi riusciva a mantenere un medio/alto livello di attenzione per un periodo di tempo di 40/50 minuti massimo, solo se si utilizzavano diverse metodologie didattiche che permettevano costantemente di intersecare attività con brevi fasi di esplorazione, immaginazione e narrazione che si alimentavano a vicenda. Nella maggior parte degli incontri era infatti prevista una prima parte iniziale più teorica, di riflessione e concettualizzazione incentrata sulla discussione ed il confronto collettivo, seguita da una seconda parte più pratica che coinvolgeva maggiormente i bambini e incoraggiava il fare per apprendere.

Al fine di rendere il susseguirsi delle attività il più fluido possibile e per non avere “tempi morti” durante i quali si rischia di perdere l’attenzione dei bambini, ho capito quanto sia importante realizzare con cura e attenzione la fase di programmazione iniziale di attività e materiali didattici. Mentre la riflessione alla fine di ogni incontro mi ha permesso di arricchire costantemente i cicli di pianificazione, azione, osservazione e riflessione. Mi sono resa maggiormente conto di quanto sia opportuno pianificare con attenzione lo svolgimento di ogni incontro in modo da mettere a fuoco nel miglior modo possibile le singole azioni didattiche da compiere.

Inoltre, ho capito che la programmazione iniziale non deve però essere eccessivamente rigida poiché è necessario tenere in considerazione anche i *feedback* che i bambini ci forniscono durante la lezione in modo da poter calibrare anche in corso d’opera l’agire didattico. Nel caso del progetto alla scuola dell’infanzia sono state numerose le piccole modifiche che ho apportato sia durante la lezione stessa soprattutto per calibrare tempistiche, difficoltà delle attività e richieste dei bambini, che in una fase successiva per migliorare gli interventi didattici previsti negli incontri successivi.

Questo è avvenuto, ad esempio, durante l’ultima attività del terzo incontro durante il quale ai bambini era stato richiesto di disegnare su due fogli un essere vivente e un non vivente. Dopo questa fase grafica avevo previsto di far incollare agli alunni i loro disegni sul cartellone.

In realtà molti di loro hanno voluto realizzare più di due disegni a testa e questa richiesta, che ovviamente ho accettato con entusiasmo, non ha permesso, per mancanza di tempo, di realizzare l'ultima parte dell'incontro che avevo inizialmente previsto. Ho dunque deciso di far incollare agli alunni i loro disegni all'inizio dell'incontro successivo. Questa modifica si è rivelata in realtà un punto vincente poiché mi ha permesso di riprendere le tematiche affrontate in modo differente da come avevo previsto inizialmente, attraverso un'attività di *brainstorming*, ma riprendendo gli argomenti a partire dai disegni dei bambini. Essi hanno infatti a turno mostrato e spiegato a me, ai compagni e alle insegnanti le raffigurazioni che avevano realizzato durante l'incontro precedente, sottolineando le motivazioni della loro scelta.

B: *“Avevo disegnato il bicchiere”*

I: *“Lo incolliamo dalla parte dei viventi o dei non viventi?”*

B: *“Non viventi”*

I: *“Perché?”*

B: *“Non si muove”*

...

B: *“Io ho disegnato delle carote”*

I: *“Dove le incolliamo?”*

B: *“Qui (mostra la parte del cartellone dei viventi)”*

I: *“Sicura? Perché?”*

B: *“Perché crescono”*

Un ultimo elemento sul quale ho riflettuto durante questa esperienza è l'organizzazione del *setting* scolastico. Ho potuto osservare come la scelta di svolgere un'attività in un determinato spazio, piuttosto che in un altro, influenzi notevolmente la buona riuscita della lezione. Ho capito quanto, già in fase di programmazione iniziale, sia opportuno conoscere il contesto scolastico in cui si andrà ad agire, per permettere di organizzare lo spazio come ambiente fisico di apprendimento e l'azione didattica in modo da rendere entrambi il più efficaci possibile.

Nel caso del progetto didattico in questione ritengo che lo spazio utilizzato durante le fasi di lettura e di discussione collettiva sia risultato adatto alle attività proposte, mentre quelle realizzate nel salone non siano risultate altrettanto efficaci proprio a causa del *setting* utilizzato. Infatti, avevo deciso di svolgere alcune fasi all'interno del salone principale dell'edificio scolastico in modo che gli alunni avessero più spazio per muoversi liberamente sia per compiere il percorso motorio sia per ricercare gli elementi viventi e non viventi all'interno della scuola,

ma non avevo tenuto conto che in questa zona erano presenti numerosi giochi che si sono rivelati elementi di distrazione, soprattutto verso la fine delle attività, per i bambini.

Sempre a proposito del *setting*, lavorare con i bambini sulla scuola come esempio di ecosistema mi ha permesso di cogliere ancora meglio come l'aula, intesa come l'*oikos* o l'ambiente fisico, e i bambini, intesi come gli esseri viventi che ci abitano, dimostrano il flusso e lo scambio costanti di energia che sono vitali per la sostenibilità di qualsiasi tipo di ecosistema. Allo stesso modo dei produttori primari alla base dei livelli trofici di un ecosistema naturale, i bambini sono i produttori primari degli apprendimenti che nutrono l'ambiente e lo mantengono in salute.

5.1.3 *Riflessioni sul progetto stesso*

Infine, i *feedback* ricevuti dai bambini e dalle insegnanti mi hanno portato a riflettere su alcune possibili modifiche o integrazioni alle azioni didattiche da mettere in pratica per migliorare il progetto rispetto a come l'ho concepito e proposto.

Innanzitutto, dal punto di vista organizzativo, un primo cambiamento che apporterei, riguarda la pianificazione degli incontri con i bambini. Infatti, per questioni organizzative relative alle condizioni create dall'emergenza COVID-19, ho dovuto svolgere le sei lezioni previste nell'arco di due settimane. Ritengo che possa essere più efficace dilatare i tempi tra un incontro e l'altro in modo che le necessarie fasi di assimilazione e accomodamento da parte dei bambini possano avere i tempi necessari e gli apprendimenti possano sedimentarsi. Inoltre, sarebbe sicuramente più interessante e proficuo inserire questo percorso didattico all'interno di una programmazione annuale, in modo che le conoscenze costruite non risultino fine a se stesse ma siano un punto di partenza per altre riflessioni più approfondite.

Per quanto riguarda le questioni relative alle scelte didattiche, un primo elemento che aggiungerei è la presenza di un personaggio mediatore che accompagni i bambini durante tutto il percorso. Infatti, durante la lettura del primo libro "Non leccare questo libro!" i bambini si sono particolarmente affezionati al protagonista Min e ritengo che sarebbe stato maggiormente coinvolgente, per loro, utilizzare questo personaggio come se fosse un essere animato, ad esempio attraverso l'uso di una marionetta.

Inoltre, per creare dei collegamenti con la realtà vissuta dai bambini e rendere il percorso il più concreto possibile, si potrebbero aggiungere alcune attività che simulino l'agire di un ricercatore scientifico. Ad esempio, sarebbe opportuno proporre una fase di esplorazione di alcuni tessuti o superfici attraverso un microscopio in modo da individuare su di esse eventuali organismi viventi. Inoltre, si potrebbe aggiungere una serie di esperimenti scientifici,

in modo che i bambini possano formulare delle ipotesi preliminari ed eseguire degli esperimenti per confermarle o meno.

Un ulteriore elemento di riflessione è stato sulla lingua utilizzata per veicolare gli insegnamenti. Essendo la scuola valdostana bilingue si potrebbe utilizzare la lingua francese, ed eventualmente anche quella inglese, in alcune parti delle attività. In particolare, i termini scientifici utilizzati, come ad esempio i nomi degli organi dell'apparato digerente, oppure i concetti di vivente e non vivente, potrebbero essere introdotte anche nelle altre due lingue. Realizzare un ambiente di apprendimento multilingue, in cui i bambini possono costruire concetti attraverso l'uso di più lingue, è sia un arricchimento dei loro processi di apprendimento che un potenziamento delle funzioni esecutive nei loro cervelli (Dodman, 2016).

5.2 *La riflessione sulle prospettive*

Riflettendo sulle tematiche affrontate, ritengo che sia necessario creare per tutti i bambini della fascia di età dai 3 ai 10 anni un unico percorso didattico verticale, articolato sui diversi ordini scolastici, in modo da sviluppare con gradualità una prospettiva ecologica longitudinale nel tempo e trasversale a tutto il curriculum scolastico. In questo modo, si potranno creare molteplici legami interdisciplinari fra ecologia e altre materie. L'importanza dell'interdisciplinarietà è anche stata sottolineata dalle due insegnanti nel loro feedback sul percorso svolto.

5.2.1 *Un percorso per la scuola primaria*

Considerando quanto proposto come progetto sui tre tipi di ecosistemi alla scuola dell'infanzia, ho pensato a come riproporre anche alla scuola primaria un percorso didattico incentrato sui medesimi argomenti ma con un livello di approfondimento maggiore. Il progetto che segue potrebbe essere un possibile punto di partenza per la realizzazione di un eventuale percorso didattico alla scuola primaria.

Anche in questo caso, per la stesura del progetto, ho fatto riferimento alle Indicazioni Nazionali (2012), dalle quali emerge che:

l'osservazione dei fatti e lo spirito di ricerca dovrebbero caratterizzare anche un efficace insegnamento delle scienze e dovrebbero essere attuati attraverso un coinvolgimento diretto degli alunni, incoraggiandoli, senza un ordine temporale rigido e senza forzare alcuna fase, a porre domande sui fenomeni e le cose (p.53).

I traguardi di sviluppo delle competenze che il progetto vuole sviluppare sono:

- Riconosce le principali caratteristiche e i modi di vivere di organismi animali e vegetali;
- Ha consapevolezza della struttura e dello sviluppo del proprio corpo, nei suoi diversi organi e apparati, ne descrive il funzionamento, utilizzando modelli intuitivi ed ha cura della sua salute;
- Ha atteggiamenti di cura verso l'ambiente scolastico che condivide con gli altri; rispetta e apprezza il valore dell'ambiente sociale e naturale.

Gli obiettivi di apprendimento principali che si vorrebbero promuovere sono:

- Saper indicare quali elementi entrano ed escono dal corpo umano mettendolo in comunicazione con l'ambiente esterno;
- Saper indicare i principali organi dell'apparato digerente e saper spiegare le fasi della digestione;
- Conoscere il concetto di ecosistema e saperne individuare alcuni;
- Conoscere la differenza tra "vivente" e "non vivente", "biotico" e "abiotico";
- Saper individuare gli organismi produttori e consumatori primari e secondari;
- Saper indicare gli elementi viventi e non viventi dell'ecosistema corpo, scuola e bosco.

Il progetto didattico è stato ideato per una classe quarta della scuola primaria ed è stato suddiviso in sei incontri totali. Durante i primi due ci si è concentrati sull'analisi dell'ecosistema corpo, nel terzo e nel quarto sulla scoperta della scuola come ecosistema e durante gli ultimi due l'attenzione è stata posta sull'ecosistema bosco.

Incontro 1

Il primo incontro focalizza l'attenzione sull'ecosistema corpo e sugli elementi che lo mettono in comunicazione con l'ambiente esterno.

La prima attività, che ha come obiettivo la raccolta delle conoscenze pregresse degli studenti, prevede la scrittura, in maniera individuale e rispettando la tempistica indicata di 5 minuti, su un foglio di almeno 5 elementi che secondo gli alunni entrano e/o escono dal loro corpo.

Successivamente gli studenti vengono divisi in gruppi; devono confrontarsi sugli elementi che hanno scritto individualmente e creare una lista comune. Dopodiché viene chiesto loro di disegnare su un foglio una figura umana a grandezza reale e di indicare su di essa gli

elementi della lista, aggiungendone anche altri eventualmente, indicando con una freccia la zona in cui questi elementi entrano/escono.

Vi è infine una presentazione del lavoro agli altri gruppi.

Incontro 2

La seconda lezione riguarda sempre la conoscenza del corpo, ma si concentra soprattutto sui batteri e sull'apparato digerente.

Partendo sempre dalle rappresentazioni degli alunni viene domandato loro di disegnare (nel caso non lo avessero ancora studiato) su un foglio come si immaginano sia l'apparato digerente umano.

Vengono poi eseguiti alcuni esperimenti per presentare agli alunni gli organi principali che partecipano al processo di digestione.

- **BOCCA:**

Cosa serve:

- un bicchiere con su scritto "Bocca";
- un po' d'acqua;
- un tubetto di bolle di sapone vuoto o altro oggetto di recupero;
- un cucchiaino;
- dei cracker non salati in superficie.

Cosa fare:

Il bicchiere rappresenta la bocca e ci si inserisce dentro un cracker. Con il tubetto di bolle (i denti) si frantuma il cracker, lo si sbriciola e si aggiunge un po' d'acqua (la saliva). Si mescola con il cucchiaino (la lingua) e si fa una pallina (bolo).

Successivamente si distribuisce un cracker a tutti gli studenti, che fanno lo stesso, masticano, mescolano con la saliva, fanno una pallina. Allora tengono la pallina-cracker in bocca, lasciando che la saliva agisca e cominci a trasformare i carboidrati in zuccheri. Il sapore si fa più dolce.

Cosa notare:

Il bicchiere simula la bocca, e quello che avviene nel bicchiere avviene nelle bocche degli studenti quando introducono del cibo.

- **ESOFAGO:**

Cosa serve:

- un tubo di spugna;

- una pallina di diametro un poco superiore al diametro interno del tubo;
- uno studente;
- la cattedra;
- un cracker o wafer o altro.

Cosa fare:

Si chiede ad uno studente di accomodarsi sulla cattedra, disteso orizzontalmente (su un fianco, non supino), per mangiare come in un triclinio nell'antica Roma, per far sì che l'esofago sia in posizione orizzontale. Si fornisce allo studente un cracker che deve masticare e ingerire e si chiede conferma del suo arrivo nello stomaco. Si domanda agli studenti secondo loro come ha fatto il bolo a passare e a spostarsi all'interno del tubo.

Per verificare le ipotesi fatte dai bambini si ricostruisce quanto avvenuto con la pallina attraverso il tubo di spugna. La pallina, che fatica ad essere inserita nel tubo, entrata da una parte e arriva dall'altra solamente se stringiamo il tubo con le dita, spingendola passo passo.

Cosa notare:

È necessario far notare agli studenti che il boccone avanza perché i muscoli della parete dell'esofago stringono il tubo, lo strizzano, spingendo avanti il cibo come le mani la pallina attraverso il tubo spugnoso.

- STOMACO:

Cosa serve:

- un bicchierone con scritto "Stomaco";
- aceto;
- un gessetto della lavagna (un "mozzicone" va bene).

Cosa fare:

Innanzitutto, bisogna riempire circa a metà il bicchierone "stomaco" di aceto (non HCl perché si vuole far girare il bicchiere-stomaco tra i banchi). L'aceto utilizzato rappresenta il succo gastrico. Si inserisce nello stomaco un gessetto della lavagna, che viene frantumato dall'aceto.

Cosa notare:

È opportuno far notare agli alunni che sono i succhi gastrici a frantumare il cibo nello stomaco. Si può anche evidenziare che quando si vomita, è la parete muscolare dello stomaco a contrarsi per espellere i cibi. Nel caso di vomito, la funzione di neutralizzazione dell'acido viene svolta dalla saliva.

- **INTESTINO**

Cosa serve:

- un bicchierone con scritto “Intestino”;
- un identico bicchierone con fori sul fondo;
- il bicchierone “Duodeno” con dentro succhi vari, acqua e schiuma;
- un cucchiaino.

Cosa fare:

Si travasa il contenuto del bicchierone “Duodeno” nei due bicchieroni che sono uno dentro l’altro (quello forato è all’interno). Il contenuto del bicchiere interno sgocciola lentamente nel bicchiere sottostante. È possibile aiutare il processo mescolando, e lentamente sollevare il bicchierone forato. Alla fine, il bicchiere sottostante sarà pieno di liquido “buono”, mentre il bicchiere forato sarà pieno di schiuma e residui.

Cosa notare:

Il “succo buono” nel bicchiere sottostante è il nutrimento che, assorbito attraverso l’intestino, quasi “filtrato”, verrà convogliato al fegato, mentre la “schiuma e residui” nel bicchiere forato rappresentano gli scarti, cioè quello che diventeranno le feci.

Durante gli esperimenti viene spiegato ai bambini che ogni fase dell’intero processo della digestione e il funzionamento di ogni parte dell’apparato digerente dipendono dalla presenza di batteri, che sono essenziali per il metabolismo, la produzione di energia e anche la produzione di vitamine necessarie per tutti i nostri processi vitali. Verranno mostrate come supporto all’apprendimento alcune immagini di batteri e microorganismi.

Incontro 3

In questo incontro viene introdotto il concetto di ecosistema e le sue caratteristiche principali.

La prima parte dell’incontro prevede una fase di brainstorming iniziale alla lavagna. Si domanda agli alunni se conoscono il termine “ecosistema” e quali sono le sue caratteristiche principali. Sulla base dei concetti emersi si forniscono ai bambini le informazioni mancanti mettendo particolare enfasi sul concetto di vivente e non vivente.

Successivamente viene richiesto ai bambini di disegnare su un foglio, nella maniera più precisa possibile, la loro scuola. I disegni vengono ritirati al termine della lezione e verranno analizzati controllando se gli alunni abbiano inserito sia elementi biotici che abiotici e se abbiano raffigurato anche eventuali spazi esterni alla scuola (es. giardino, cortile).

Incontro 4

Nel quarto incontro si analizza l'ecosistema scuola attraverso un'attività esplorativa.

Si domanda agli studenti se secondo loro la scuola è un ecosistema. Per verificare le ipotesi fatte si analizzano gli elementi biotici e abiotici presenti nell'edificio scolastico. I bambini vengono divisi in squadre da 3-4 componenti. Essi dovranno esplorare liberamente l'edificio scolastico inserendo in una tabella fornita precedentemente il maggior numero possibile di elementi biotici e abiotici che individuano. Avviene successivamente un confronto sui dati raccolti e un'analisi delle relazioni che esistono tra questi elementi.

Successivamente gli alunni selezionano un certo numero di elementi (minimo 4) che hanno individuato durante l'attività precedente e scrivono un copione per mettere in scena una piccola scenetta in cui si evidenziano mettendo enfasi su come gli elementi scelti si incontrano e interagiscono, e il modo in cui sono interdipendenti.

Incontro 5

Durante la penultima lezione il focus si sposta sull'ecosistema bosco, riprendendo in particolare i due concetti di vivente e non vivente.

L'insegnante mostra due scatole, una con un'etichetta con scritto "viventi" e una "non viventi". I bambini per dieci minuti possono muoversi liberamente nel bosco e trovare vari materiali che devono decidere in quale scatola inserire. Discussione collettiva sulla differenza tra elementi viventi e non e introduzione dei termini tecnici "biotico" e "abiotico".

Ai bambini vengono dati cinque minuti per poter esplorare il bosco in autonomia e scegliere un elemento che li interessa particolarmente e che possono raccogliere (sasso, fiore) o anche solamente osservare (albero). Gli studenti sono poi divisi in gruppi e devono inventare una storia che comprenda tutti gli elementi scelti, mettendo enfasi sul modo in cui questi entrino in relazione tra loro.

Incontro 6

Nell'ultimo incontro, sempre nel bosco, si analizzano i concetti di catena alimentare, produttori e consumatori.

La prima parte dell'incontro prevede la lettura da parte dei vari gruppi formati durante l'incontro precedente delle narrazioni da loro inventate.

Durante la seconda fase i bambini devono cercare nel bosco una delle immagini, che sono state precedentemente nascoste, raffiguranti degli animali che potrebbero incontrare nell'ambiente in cui si trovano. Essi devono poi mettersi in cerchio e svolgere un gioco. Ad un

bambino, che rappresenta un determinato animale, vengono forniti due gomitoli che devono essere passati a due compagni. Il gomitolo rosso deve essere dato ad un bambino con l'immagine di un organismo che l'animale del primo bambino mangia e quello blu ad un organismo da cui quell'animale viene mangiato. I bambini noteranno che il gomitolo sia il gomitolo rosso che quello blu ad un certo punto non potranno essere più passati a nessuno. Quando il gioco si ferma l'attività viene fatta ripartire dando i gomitoli ad un altro bambino. Da questa attività potranno emergere i concetti di catene alimentare, produttori e consumatori primari e secondari.

5.2.2 *L'importanza di una prospettiva ecologica nel curricolo scolastico*

È sicuramente fondamentale aiutare i bambini a costruire una visione ecologica complessiva e a capire la struttura e il funzionamento degli ecosistemi, collegando questo a un'idea dell'ecologia come studio delle interazioni tra gli esseri viventi e il loro ambiente. Il lavoro svolto per questa tesi mi ha permesso di capire come questa prospettiva aiuti i bambini a costruire una comprensione di questi sistemi vitali non solo come sono ora, ma anche come potrebbero cambiare in futuro, e anche diventare consapevoli del loro ruolo in questo processo. Se i bambini imparano a rispettare e prendere cura del mondo in cui vivono e di tutte le forme di vita che ci abitano, allora diverranno sostenitori della protezione della natura e agenti di traiettorie umane più sostenibili.

Una visione ecologica arricchisce la comprensione del nostro mondo ed è fondamentale per promuovere il benessere della nostra biosfera, di tutti gli ecosistemi che essa comprende, e di tutti gli organismi viventi, gli esseri umani compresi. Permette ai bambini di costruire nuove conoscenze sull'interdipendenza tra le persone e la natura e capire che essa è vitale per il mantenimento di tutti i servizi ecologici da cui noi dipendiamo, come qualsiasi altro organismo vivente. In questo modo i bambini possono sviluppare una consapevolezza riguardo ai benefici degli ecosistemi che si mantengono in salute e su come possiamo utilizzare con saggezza le risorse della Terra in modo da non rovinarla e da lasciare l'ambiente sano per tutti gli organismi viventi e per le future generazioni umane.

I bambini possono cominciare a capire come ciò da cui tutta la vita, e dunque l'umanità, dipende come *oikos* è la biosfera, un sottile strato di vita appena sopra e sotto la superficie terrestre, composto da ecosistemi naturali molto antichi ed evoluti attraverso miliardi di anni in cui elementi biotici e abiotici interagiscono costantemente. Possono sperimentare la meraviglia (*mirari* = “guardare intensamente, con attenzione, con sorpresa, con ammirazione”) mentre

osservano il complesso intreccio di popolazioni e comunità di specie all'interno degli ecosistemi e il modo in cui la vita genera vita.

Una visione ecologica permette ai bambini di cogliere come la natura sia molto più che le piante e gli animali che si possono vedere in campagna e anche in città. Possono comprendere come negli ecosistemi naturalmente evoluti, dai geni ai singoli organismi e le loro diverse specie, ogni essere vivente presente soddisfa una nicchia che sostiene sé stesso, i suoi vicini e dunque tutta la vita di cui fa parte e l'ambiente fisico che lo sostiene.

Possono capire che tutte le specie esprimono in modo univoco la genialità evolutiva e hanno uno scopo, una ragione di essere, il diritto di esistere e sono necessarie per mantenere il pieno potenziale della vita. Che si tratti di un umile verme che agisce come detritivore, oppure di un'aquila sveltante, che agisce all'apice dei livelli trofici, tutta la vita evoluta naturalmente ha valore e si basa su tutto il resto. Anche i microorganismi, talvolta patogeni e nocivi, e i predatori mangiatori delle prede, hanno un ruolo da svolgere nel mantenimento dell'equilibrio ecologico.

Infine, una visione ecologica può aiutare i bambini a percepire sé stessi come ecosistemi da mantenere in salute e anche a vedere la Terra stessa nel suo insieme come un organismo vivente, simile biologicamente a una cellula di un qualsiasi organismo vivente, a una pianta o un animale, oppure a un ecosistema di qualsiasi dimensione. Possono capire che, se la salute degli ecosistemi, a qualsiasi livello, viene compromessa, la Terra diventa inabitabile e che troppo spesso l'azione degli esseri umani è a spesa degli ecosistemi. Possono comprendere che, superate determinate condizioni, come ogni forma di vita, la Terra può morire. Possono cogliere come una visione ecologica sia il senso della vita.

Tutto questo si può realizzare se i bambini hanno la possibilità di partecipare a un apprendimento attivo, attraverso il quale esperiscono, sperimentano e costruiscono conoscenza autonomamente, in un contesto caratterizzato dal decentramento dell'insegnante. Nelle parole del vecchio proverbio cinese:

Dimmi e mi dimenticherò
Mostrami e mi ricorderò
Coinvolgimi e capirò
Fai un passo indietro e agirò

Bibliografia

American Museum of Natural History (2016) *Human Microbiome: Your Body Is an Ecosystem*, ReadWorks.

<https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=American+Museum+of+Natural+History+%282016%29+Human+Microbiome%3A+Your+Body+Is+an+Ecosystem%2C+ReadWorks>.

Bateson, G. (1972). *Steps to an ecology of mind*. University of Chicago Press.

Bateson, G. (1977). *Verso un'ecologia della mente*. Adelphi.

Bateson, G. (2002). *Mind and nature: A necessary unity*. Hampton Press.

Bioforme. (2020). Il bosco. <https://www.bioforme.org/blog/il-bosco/>

Bonaiuti, G. (2014). *Le strategie didattiche*. Carocci.

Brown, A.L., & Campione, J.C. (1994). Guided discovery in a community of learners, in McGilly, K. (a cura di), *Classroom lessons: Integrating cognitive theory and classroom practice*, MIT Press/Bradford Books.

Bruner, J. (1991). La costruzione narrativa della realtà. in Ammaniti, M. e Stern, D.N. (a cura di) *Rappresentazioni e Narrazioni*. Laterza.

Bruner, J. (1992). *La ricerca del significato. Per una psicologia culturale*. Bollati Boringhieri.

Cacciamani, S. & Ligorio, B. (2013). *Psicologia dell'educazione*, Carocci.

Cadamuro, A. (2004). *Stili cognitivi e stili di apprendimento. Da quello che pensi a come lo pensi*. Carocci.

Cappellato, G. & Ragazzo, R. (2016, 5 agosto) Il ciclo di Kolb: un modello di apprendimento efficace.

<https://www.eclavoro.it/ciclo-kolb-modello-apprendimento-efficace/>

Clayton, R. (2016). *Building Innovation Ecosystems in Education to Reinvent School: A study of innovation & system change in the USA*. Winston Churchill Memorial Trust.

<https://www.wcmt.org.uk/sites/default/files/reportdocuments/Clayton%20R%20Report%202016%20Final.pdf>

Comitato scientifico nazionale per l'attuazione delle Indicazioni nazionali e il miglioramento continuo dell'insegnamento. (2017). *Indicazioni Nazionali e Nuovi Scenari*, D.M. 1/8/2017, n. 537, integrato con D.M.16/11/2017, n. 910

Crutzen, P. (2005). *Benvenuti nell'Antropocene. L'uomo ha cambiato il clima, la Terra entra in una nuova era*. Mondadori.

Davis, J. M. (2010). *Young Children and the Environment: Early Education for Sustainability*. Cambridge University Press.

- Davis, J.M. & Sue, E. (2014). *Research in Early Childhood Education for Sustainability: International perspectives and provocations*. Routledge.
- Decreto luogotenenziale, 24 maggio 1945, n. 459, *Programmi per le scuole elementari materne*.
- Dodman, M. (2016) Building Multilingual Learning Environments in Early Years Education, *Journal of Theories and Research in Education*, Vol. 11, 1 DOI: [10.6092/issn.1970-2221/6207](https://doi.org/10.6092/issn.1970-2221/6207)
- Dodman, M., Aillon, J-L., Arrobbio, O., Camino, E., Colucci -Gray, L., Ferrara, E. & Folco, S. (2020). To connect or not to connect. Is that the question? *Visions for Sustainability*, 13: 3-10. <https://www.ojs.unito.it/index.php/visions/article/view/4602/4177>
- Egan, K. (1992). *Imagination in Teaching and Learning*, University of Chicago Press.
- Egan, K. (1997). *Educated mind: How cognitive tools shape our understanding*, University of Chicago Press.
- Eisner, E. (2011). Images at the core of education. *The Journal of the Imagination in Language Learning*, 9, 30–34.
- Elias, M. J. (2016). *What Kind of Ecosystem Is Your School?* Edutopia <https://www.edutopia.org/blog/what-kind-ecosystem-your-school-maurice-elias>
- Elliott, J. (1991). *Action Research for Educational Change*. Open University Press.
- Elliott, J., Giordan, A. & Scurati, C. (1994) *La ricerca-azione. Metodiche, strumenti, casi*. Ed. Bollati Boringhieri.
- Ferrari, M., Morandi, M. (2015). *I programmi scolastici di «educazione fisica» in Italia. Una lettura storico-pedagogica*. Franco Angeli.
- Gambini, A. & Galimberti, M. (2009) *Materiali e spazi tra fuori e dentro*. Edizioni Junior. <http://www.edizionijunior.com/riviste/articolo.asp?IDart=1875>
- Gamelli, I. (2011). *Pedagogia del corpo*. Cortina Raffaello
- Gause, G.F. (1934). *The Struggle for Existence*. Williams & Wilkins.
- Gilbert, J., Blaser, M., Caporaso, J. G., Jansson, J., Lynch, S. V. & Knight, R. (2018). Current understanding of the human microbiome. *Nature Medicine*. **24** (4): 392–400. [doi:10.1038/nm.4517](https://doi.org/10.1038/nm.4517).
- Gliori, D. (2017). *Alfie in the Woods*. Bloomsbury Publishing
- Green, J. (2015). *The Environmental Curriculum. Opportunities for Environmental Education across the National Curriculum for England*, NAEF. <https://naef.org.uk/curriculum-resources/>
- Hochstrasser, R. (2017). *Le alterazioni dell'ecosistema*, www.rhpositive.net.
- Holly, M.L. (1989) Reflective Writing and the Spirit of Enquiry. *Cambridge Journal of Education*, 19.1 pp.71-80.

- Hutchinson G.E. (1957). Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantative Biology* 22, pp. 415–427.
- Hutchinson G. E. (1978). *An Introduction to Population Biology*. Yale University Press.
- Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT) (2019) *Natalità e fecondità della popolazione residente – Anno 2019*. <https://www.istat.it/it/files/2020/12/REPORT-NATALITA-2019.pdf>
- Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) (2021) Presentazione del Rapporto Rifiuti Speciale. <https://www.isprambiente.gov.it/it>
- Jackson, N. (2016). An ecological perspective on exploring & exploration. https://www.academia.edu/24212964/Exploring_Learning_Ecologies
- Jette, K. (2016). *A school is like an ecosystem*. <https://prezi.com/ijxouz5g-6ai/a-school-is-like-an-ecosystem/>
- Judson, G. (2014). *The Role of Mental Imagery in Imaginative and Ecological Teaching*, Canadian Journal of Education / Revue canadienne de l'éducation. <https://journals.sfu.ca/cje/index.php/cje-rce/article/view/1725>
- Ionescu, T. & Vasc, D. (2014). Embodied Cognition Challenges for Psychology and Education. *Procedia—Social and Behavioral Sciences*, 128, 275-280. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814022472>
- International Union for Conservation of Nature, Commission on Education and Communication (2020) <https://www.iucn.org/about>
- Kemmis, S. (1986). Action Research in Retrospect and Prospect. Relazione presentata alla riunione generale annuale dell'Australian Association for Research in Education, Sydney <https://www.aare.edu.au/>
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development* (Vol. 1). Prentice-Hall.
- Legambiente ONLUS. (2019). *Biodiversità a rischio* <https://www.legambiente.it/wp-content/uploads>
- Legambiente Piemonte Valle d'Aosta Regione Piemonte – Settore Politiche Forestali. (2008). *Manuale del Bosco ...ma non solo*. Centro Stampa Regione Piemonte <http://www.regione.piemonte.it/pubblicazioni>
- Lewin, K. (1946). Action research and minority problems. *Journal of Social Issues*, 2, 4, 34–46. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1946.tb02295.x> (2.1)
- Lorenz, K. (1989). *Io sono qui, tu dove sei? Etologia dell'oca selvatica*. Edizioni CDE (1.2)
- Mariani, L. & Pozzo, G. (2002). Stili cognitivi e di apprendimento, setting e gestione dei conflitti. in *Stili, strategie e strumenti nell'apprendimento linguistico*. La Nuova Italia

- Merrit, J., et al. (1980). *Curriculum in Action: An Approach to Evaluation*. Open University Press.
- Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. (2014). *Linee Guida Educazione allo sviluppo sostenibile*
https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/allegati/LINEE_GUIDA.pdf
- Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare e Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. (2009). *Linee Guida per l'Educazione ambientale e allo sviluppo sostenibile*
https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/notizie/Linee_guida_ScuolaxAmbiente_e_Legalitx_aggiornato.pdf
- Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare e Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. (2018). *Protocollo d'intesa per la realizzazione di attività e iniziative di educazione ambientale*.
[https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/normativa/Protocollo MIUR-MATM_06122018.pdf](https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio/normativa/Protocollo_MIUR-MATM_06122018.pdf)
- Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca. (2012) *Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione*. Roma
- Montessori, M. (1950). *La scoperta del bambino*. Garzanti.
- Morandi, M. (2018, 12 Maggio) Storia di una straniera. L'educazione fisica in Italia. Loescher.
<https://laricerca.loescher.it/storia-di-una-straniera-l-educazione-fisica-in-italia/>
- Munro, M. (2018). Principles for embodied learning approaches. *South African Theatre Journal*, DOI: 10.1080/10137548.2017.1404435 (2.1)
- Muzi, P. (2007). *Gli ecosistemi. Struttura e funzioni*.
<http://www.isavemyplanet.org> › capitoli › Ecosiste...
- National Association for Environmental Education (NAEE). (2020). Curriculum Guides.
<https://naee.org.uk/>
- Norman, J.J. (2016). *Exploring Learning Ecologies*, Lifewide Education.
- Odum, E.P. (1971). *Fundamentals of ecology*. W.B. Saunders.
- Odum E.P. (1988). *Basi di ecologia*, Piccin.
- Olson, D. M. & Dinerstein, E. (2002). *The Global 200: Priority Ecoregions for Global Conservation*. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, vol. 89, no. 2, pp. 199–224, JSTOR.
- Parsons, T. (1951). *The social system*, Glencoe, Ill, (tr. it.: *Il sistema sociale*, Milano 1965).

- Pezzotti, A. (2017). *Esperienze di ecologia nella formazione degli insegnanti*, Tratto da S. Kanizsa (a cura di), *Oltre il fare. I laboratori nella formazione degli insegnanti*, Edizioni Junior-Bambini
- Piaget, J. (1973). *La costruzione del reale nel bambino*. La Nuova Italia
- Pintrich, P. R. (2002). The role of metacognitive knowledge in learning, teaching, and assessing. *Theory into practice*, 41(4), 219-225.
- Population Division of the United Nations Department of Economic and Social Affairs (UN DESA). (2018). *Revision of the World Urbanization Prospects*
<https://www.un.org/development/desa/publications/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>
- Quitadamo, F. (2016). *Apprendimento esperienziale, il quarto sapere, un bene comune*.
<http://www.icsangiovannibosco.gov.it/wp-content/uploads/2016/08/Apprendimento-esperienziale.pdf>
- Reichholf, J.H. (2021) *The Disappearance of Butterflies*, Polity Press
- Sadava, D. (2020). *La nuova biologia.blu*, Seconda edizione, Cap. A2 e A3
https://online.scuola.zanichelli.it/lanuovabiologiablu2ed-files/PLUS/03_POWERPOINT/PDF/italiano/sadava_ppt_42050_cA2_plus.pdf
https://online.scuola.zanichelli.it/lanuovabiologiablu2ed-files/S/03_POWERPOINT/PDF/italiano/sadava_ppt_42050_cA3.pdf
- Smith, K. (2011). *Come diventare esploratore del mondo*. Museo di vita tascabile, Corraini
- Staff di Medicina OnLine. (2018). *Fotosintesi clorofilliana: riassunto, schema delle fasi, spiegazione semplice*
<https://medicinaonline.co/2018/03/18/fotosintesi-clorofilliana-riassunto-schema-delle-fasi-spiegazione-semplce/#:~:text=La%20fotosintesi%20clorofilliana%20%C3%A8%20un,presenti%20nella%20molecola%20del%20glucosio>
- Stauffer, R.C. (1957). Haeckel, Darwin, and Ecology. *The Quarterly Review of Biology* 32, 138-144
- Stolz, S.A. (2015). Embodied learning. *Educational Philosophy and Theory*, 47 (5), 474–487.
- Strassoldo, R. (1993). Ecologia. in *Enciclopedia delle scienze sociali*. Treccani.
- Tansley, A.G. (1935). The use and abuse of vegetational concepts and terms, *Ecology* 16, pp. 284-307, in Trudgill, S. (2007). Classics in physical geography revisited, *Progress in Physical Geography* 31(5) (2007) pp. 501–507 DOI: 10.1177/0309133307083297

<https://www.researchgate.net/publication/249823757> Tansley AG 1935 The use and abuse of vegetational concepts and terms *Ecology* 16 284 307

Taylor, D. (1999). *Le storie ci prendono per mano*, Frasinelli

The Scientist. (2014). The Body's Ecosystem, *The Scientist* <https://www.the-scientist.com/features/the-bodys-ecosystem-37085>

Tilman, D. (1977). Resource Competition between Planktonic Algae. An Experimental and Theoretical approach, *Ecology* 58, pp. 338-348.

Ubaldi, E. (2007) L'ecosistema intestinale ed i probiotici, *Rivista SIMG*, 5. <https://www.simg.it/numero-5-ottobre-2007/>

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2020). *World Population Ageing 2019* (ST/ESA/SER.A/444) <https://www.un.org › desa › publications › pdf>

United Nations. (2019). *Global Environment Outlook (GEO-6)* <https://www.unep.org/resources/global-environment-outlook-6>

United Nations Convention on Biological Diversity (CBD). (2020). *Fifth Global Biodiversity Outlook report* <https://www.wbcsd.org/Programs/Food-and-Nature/Resources/Fifth-Global-Biodiversity-Outlook-report-by-the-United-Nations-Convention-on-Biological-Diversity-CBD-Business-Summary>

United Nations Regional Information Centre (UNRIC) (2020). *Agenda per lo sviluppo sostenibile 2030*. <https://unric.org/it/agenda-2030/>

Vertui, F. (2017). *Filiera bosco legno: la situazione attuale e prospettive per il futuro*. http://www.forlener.it/docs/forlener%202017/Forlener%202017_La%20posizione%20della%20Valle%20d'Aosta_VERTUI.pdf

Vygotskji, L.S. (1966). *Pensiero e Linguaggio*. Giunti-Barbera

Walter, G. H. (1991). What Is Resource Partitioning? *Current Neurology and Neuroscience Reports.*, U.S. National Library of Medicine, www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1890851.

Wiborn, P. (2013). *Nature's services. A guide for primary school on ecosystem services*, WWF Sweden.

World Health Organization. (2020). *Antibiotic Resistance* <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antibiotic-resistance>

Zoroddu, M.A., Aashet, J., Crispon, G., Medici, S., Peana, M. & Nurchi, V.M. (2019). The essential metals for humans: a brief overview. *Journal of Inorganic Biochemistry*. **195**: 120–129. [doi:10.1016/j.jinorgbio.2019.03.013](https://doi.org/10.1016/j.jinorgbio.2019.03.013).

Ringraziamenti

Vorrei dedicare qualche riga a tutti coloro che mi sono stati accanto durante questo percorso di crescita personale e professionale.

Ringrazio innanzitutto il Prof. Dodman, che ha seguito il mio lavoro con molta professionalità, disponibilità e soprattutto entusiasmo.

Ringrazio anche il Prof. Bertolino per i preziosi consigli che mi ha fornito.

Un grande ringraziamento lo devo anche a Elena e Monica che mi hanno accolta a braccia aperte nella loro scuola e mi hanno permesso di conoscere i miei piccoli “collaboratori” senza i quali non avrei potuto concludere la ricerca.

Ringrazio poi tutti i miei amici che, con qualche serata e un po’ di aperitivi, mi hanno aiutato staccare la testa e a festeggiare, ogni volta, la fine delle sessioni. In particolare, ringrazio Alessia per il “sostegno tecnologico” e le mie compagne di squadra per avermi regalato delle grandissime emozioni in queste ultime settimane. Un grazie anche a Martina, la mia spalla destra in questo percorso universitario, e a tutti i miei compagni di corso, che, purtroppo solo per i primi anni, hanno rallegrato e reso più leggere le giornate universitarie.

Un sincero ringraziamento anche a nonni, cugini e zii che con qualche parola di conforto mi hanno sempre incitato ad andare avanti.

Ringrazio poi mio fratello, Thierry, che è stato l’unico che ha continuato a chiedermi ininterrottamente per tutti i cinque anni “ma chi te lo fa fare?” (ammetto che ogni tanto ho avuto la tentazione di ascoltarlo!). Grazie per le tue “brevi” pause studio, per i “succhini” energizzanti e le merende e per avermi sequestrato qualche volta il computer permettendomi, senza volerlo, di staccare un po’ dallo studio.

Vorrei poi ringraziare le persone più importanti della mia vita, i miei genitori, Paola e Luca, che mi hanno supportato e soprattutto sopportato durante tutto il mio percorso universitario, in particolare durante le sessioni e in questi ultimi mesi un po’ intensi. Grazie per esserci sempre stati, nei momenti belli e specialmente in quelli di sconforto, per aver appoggiato ogni volta le mie scelte senza mai giudicarle e soprattutto per ricordarmi continuamente (anche se può sembrare strano) di accontentarmi di ciò che faccio e di non pretendere sempre troppo da me stessa. Grazie per avermi resa la persona che sono.

Con questo lavoro spero di ripagare almeno in parte tutti i sacrifici che avete fatto per permettermi di arrivare a questo traguardo per me molto importante, a voi dedico la mia tesi.

L’ultimo ringraziamento (forse per la prima volta nella mia vita) lo vorrei fare a me stessa, alla mia determinazione e alla mia caparbità, che mi hanno permesso di non cedere mai e di continuare ad andare avanti nonostante le difficoltà incontrate in questi anni.

