

**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 2022/2023

TESI DI LAUREA

Insieme a Gaia per scoprire il cambiamento climatico e dare la voce alle nuove generazioni

DOCENTE 1° relatore: Prof. Martin Dodman

STUDENTE: 18 A05 171, Alice Da Canal

INDICE	
INTRODUZIONE.....	3
1. L'EPOCA DELL'ANTROPOCENE: UNA NUOVA STORIA DELLA GEOLOGIA.....	7
1.1 Olocene o Antropocene? Gli effetti dell'impronta umana nell'ambiente.....	7
1.2 Le conseguenze sull'ambiente e le nuove consapevolezze.....	14
2. IL CAMBIAMENTO CLIMATICO: CAUSE E IMPATTI.....	20
2.1 Il clima e il tempo meteorologico: due fenomeni variabili.....	21
2.2 La variabilità climatica.....	24
2.3 Le principali attività umane che impattano sul clima.....	28
2.4 L'impatto del cambiamento climatico sull'ambiente.....	31
3. GLI ACCORDI PRESI PER CONTRASTARE IL CAMBIAMENTO CLIMATICO.....	35
3.1 Il Protocollo di Kyoto.....	35
3.2 L'Accordo di Parigi.....	37
3.3 L'Agenda 2030.....	40
3.4 La Conferenza ONU sul clima Cop27. Quali risultati sono stati ottenuti?.....	43
4. LA TEORIA DI GAIA: UN NUOVO APPROCCIO ALLO STUDIO DELL'AMBIENTE.....	47
4.1 La Teoria di Gaia.....	47
4.2 Educazione e ambiente.....	56
4.3 La voce delle nuove generazioni.....	60

5. UNA LETTERA DA GAIA: UN PROGETTO DIDATTICO PER LA SCUOLA PRIMARIA.....	63
5.1 Il quadro teorico di riferimento.....	63
5.2 L'approccio metodologico.....	67
5.3 Gli obiettivi di apprendimento.....	70
6. LO SVOLGIMENTO DEL PROGETTO.....	73
6.1 Il primo incontro.....	76
6.2 Il secondo incontro.....	82
6.3 Il terzo incontro.....	87
6.4 Il quarto incontro.....	92
6.5 Il quinto incontro.....	99
6.6 Conclusioni.....	104
BIBLIOGRAFIA.....	109

INTRODUZIONE

Il cambiamento del clima sta acquistando sempre più rilevanza nella società attuale, poiché le conseguenze sono sempre più visibili ed impattano significativamente sulla vita del pianeta.

L'uomo e le attività da lui dirette sono la causa principale dell'aumento della temperatura in ogni ecosistema e influenzano pesantemente la vita di molti esseri viventi. Si individuano, in particolare, il consumo di combustibili fossili come carbone e petrolio tra i materiali che, una volta bruciati, provocano l'emissione di gas serra altamente inquinanti e dannosi per la salute dell'uomo, degli animali e delle piante. I gas serra, a loro volta, vanno ad ispessire lo strato di gas che compongono l'atmosfera, ma aumentano l'effetto serra. L'effetto serra è il fenomeno per cui il pianeta mantiene la temperatura stabile e favorevole alla continuazione della vita sulla superficie terrestre; tuttavia, il rapido rialzo delle temperature durante gli ultimi due secoli ha portato conseguenze allarmanti per le condizioni di vita sulla Terra. Questi impatti non possono essere più ignorati, poiché saranno parte della vita delle nuove generazioni.

Il primo capitolo di questo lavoro propone un'ampia analisi sull'epoca geologica attuale, durante la quale è nata una nuova storia della geologia, l'Antropocene. Si prendono in esame le azioni principali che l'uomo ha condotto a partire dalla nascita dell'era industriale per comprendere quali tra di esse possono davvero considerarsi pericolose per la salute sia della Terra che dell'uomo. Inoltre, si osservano le conseguenze che la popolazione sta affrontando in termini di presa di coscienza per questi nuovi fenomeni, soprattutto, per le nuove generazioni che si troveranno ad affrontare le conseguenze e le incertezze climatiche.

Pertanto, il secondo capitolo illustra le cause e gli impatti del cambiamento climatico, attraverso l'analisi della differenza tra il clima e il tempo meteorologico. In seguito, viene analizzato l'impatto del cambiamento climatico sull'ambiente e il ruolo del riscaldamento globale sulla società, sugli ecosistemi terrestri e

marino. La ricerca prosegue analizzando le cause del cambiamento climatico, attraverso una prima osservazione delle principali attività antropiche responsabili del riscaldamento globale. Infine, il capitolo si conclude analizzando il fenomeno dell'aumento dell'effetto serra, essenziale per mantenere l'equilibrio della temperatura sulla Terra, ma responsabile dell'innalzamento delle temperature.

Il terzo capitolo offre un quadro sulle strategie di prevenzione e di contenimento sono state messe in atto dalle potenze economiche mondiali. Il Protocollo di Kyoto, fondato sugli Accordi presi a Rio nel 1992, e l'Accordo di Parigi sancito in anni più recenti hanno fissato un importante limite per quanto riguarda la soglia della temperatura massima che non dovrebbe essere superato. Infine, l'Agenda 2030, adottata nel 2015, ha sancito l'inizio di un sistema economico sempre più orientato verso la sostenibilità attraverso il delineamento di 169 target e 17 obiettivi di sviluppo. In conclusione, il terzo capitolo propone un'analisi della Conferenza ONU svoltasi nel 2022 e, come vedremo, non ha dato le risposte sperate in termini di contenimento del riscaldamento globale.

Il quarto capitolo è centrale in questa tesi, in quanto esso illustra la teoria di Gaia elaborata da James Lovelock nel 1974 insieme alla biologa Lynn Margulis e le conseguenti critiche che le sono state attribuite. La teoria rappresenta un vero cambio di prospettiva nella comprensione del ruolo degli esseri viventi all'interno degli ecosistemi. Tuttavia, la ricerca dimostrerà come essa sia una teoria innovativa proprio perché propone un nuovo punto di osservazione delle interazioni tra il bioma e l'ambiente. Verranno prese in considerazione anche le critiche mosse alla teoria, tenendo conto delle analisi svolte al fine di confermare le azioni di regolazione interna del pianeta. Il progetto di ricerca vuole quindi portare una nuova consapevolezza circa le azioni che, da futuri cittadini, gli alunni potranno mettere in pratica per fare scelte consapevoli orientate verso una prospettiva di adattamento e consapevolezza.

Il quinto e il sesto capitolo si concentrano sul progetto didattico portato in classe e sperimentato in una scuola primaria di Aosta. Il quadro teorico fa riferimento agli *Adattamenti delle Indicazioni Nazionali per il curricolo della scuola primaria e del primo ciclo di istruzione* e alla Teoria elaborata dagli scienziati Lovelock e Margulis, in quanto si vuole portare a ragionare gli allievi sul tema dell'adattamento e della collaborazione. Il fine è sviluppare la consapevolezza che le risorse disponibili non saranno illimitate, tuttavia, esse sono sfruttate senza sosta dai paesi definiti più ricchi, a discapito delle aree più povere del pianeta. Il progetto didattico fa parte dell'approccio metodologico della ricerca-azione di Merrit (1980) che ha previsto varie fasi di realizzazione delle attività, ma ha privilegiato la pratica riflessiva svolta con gli alunni. Gli alunni sono stati incoraggiati a prendere parte attiva, al fine di realizzare un ampio discorso sull'origine dei cambiamenti climatici e le possibili conseguenze che si ripercuoteranno sull'ambiente. In questo continuo processo legato alla riflessione sull'azione, il progetto ha visto un costante rinnovamento per adattare i temi agli sviluppi emersi durante gli incontri precedenti. L'innovazione della ricerca-azione ha permesso di costruire un ciclo in continuo miglioramento, grazie anche alla raccolta di dati avvenuta tramite la tecnica del diario di bordo. Il messaggio che Gaia, il personaggio mediatore, vuole comunicare attraverso le sue lettere è l'importanza della collaborazione tra esseri umani ed ecosistemi. Si sta creando un debito con il pianeta che ogni paese sarà chiamato a pagare, in termini di adattamento e consapevolezza. Il tempo per cambiare direzione sta finendo, le generazioni attuali e quelle future saranno chiamate ad effettuare delle scelte, le quali saranno di cruciale importanza con l'aumentare delle temperature sulla superficie terrestre. Il momento storico in cui stiamo vivendo è incerto dal punto di vista climatico, poiché la situazione è in costante divenire ma, soprattutto, l'uomo non ha mai dovuto affrontare catastrofi naturali così frequenti e repentine. Preso coscienza di ciò, questa ricerca vuole portare nei futuri cittadini di domani la

consapevolezza che la sola preoccupazione o, per contro, la negazione di quanto sta accadendo non cambierà gli effetti del cambiamento climatico; tuttavia, è fondamentale tenere viva la speranza in un cambio di direzione nel prossimo futuro. L'educazione, la consapevolezza e la collaborazione, insieme agli esseri umani e al pianeta, saranno la chiave per sancire un nuovo inizio che vedrà coinvolti tutti gli ecosistemi.

CAPITOLO 1. L'EPOCA DELL'ANTROPOCENE: UNA NUOVA STORIA DELLA GEOLOGIA

Circa 11,700 milioni di anni fa è iniziata l'era dell'Olocene, un'epoca geologica che sta continuando fino ai giorni nostri, il cui significato è riassunto in "Recent Hole", ovvero l'era geologica post-glaciale proposta la prima volta da Sir Charles Lyell nel 1833 e poi adottato nel 1855 al Congresso di Geologia di Bologna. Tuttavia, molti scienziati sono divisi sulla questione se quest'epoca stia davvero continuando o se non sia ormai cambiata, poiché durante l'era dell'Olocene l'attività umana è cresciuta gradualmente fino a diventare un'era geologica nuovamente modificata dal punto di vista morfologico. Già nel 1864 G.P. Marsh ha pubblicato il libro intitolato *Man and Nature*, che riassume quali sono le cause che hanno provocato il cambiamento, attribuendo la responsabilità all'uomo, e negli ultimi decenni il dibattito ha assunto contorni sempre più pressanti e controversi.

1.1 Olocene o Antropocene? Gli effetti dell'impronta umana nell'ambiente

L'uomo e le sue azioni hanno ormai influenzato in modo massiccio il pianeta, e la maggior parte dei luoghi naturali sono stati modificati. L'espansione della specie umana è cresciuta in modo significativo negli ultimi tre secoli, avviando un processo di urbanizzazione e di produzione e consumo di beni che ha richiesto, di conseguenza, un incremento dell'utilizzo di carburanti fossili, le cui risorse, generate più di centinaia di milioni di anni fa, si stanno esaurendo. Per fare un esempio dell'incidenza dell'attività umana, il rilascio di SO₂, prodotto dalla combustione di petrolio e carbone, è più grande della somma di tutte le emissioni naturali.

Queste azioni hanno quindi portato alla trasformazione di almeno del 50% delle terre emerse. Il nitrogeno è ormai utilizzato in modo sintetico e applicato come fertilizzante nell'agricoltura, oltre che

essere prodotto naturalmente da tutti gli ecosistemi terrestri. Il rilascio in atmosfera del monossido di azoto prodotto dai carburanti fossili e dalla combustione delle biomasse è più largo delle produzioni naturali. Ciò ha provocato la crescita dell'ozono fotochimico, ovvero lo smog, che si è esteso in molte regioni del mondo in modo permanente.

Per quanto riguarda l'accesso alle fonti dell'acqua, l'uomo ha utilizzato molte di esse per le proprie attività, modificando così gli ambienti degli altri animali e spingendoli all'emigrazione o all'estinzione, soprattutto nelle foreste dell'Amazzonia. I gas a effetto serra hanno così aumentato la loro quantità nell'atmosfera, come l'anidride carbonica, che ha subito un aumento del 30%. Inoltre, alcune attività umane sono responsabili della produzione di molte sostanze tossiche nell'ambiente, tra cui i clorofluorocarburi, gas che hanno dato origine al buco nell'ozono e che avrebbero potuto distruggere gran parte dello strato di ozono se non si fossero prese misure internazionali per mettere fine alla loro produzione.

Gli effetti "antropogenici" sono stati illustrati anche nella storia della quasi totalità delle comunità biotiche, i cui resti si trovano nei sedimenti dei laghi. Questi effetti hanno documentato che i cicli biogeochimici sono stati modificati ampiamente e come, di conseguenza, anche i sistemi di acqua dolce ne porteranno le conseguenze. Per questo motivo, alla comunità scientifica, il quadro descritto appare preoccupante, ed è stato necessario enfatizzare il ruolo centrale assunto dall'uomo in questa era geologica, il quale si è rivelato determinante nell'impatto con l'ambiente, portando molti a rispondere in modo affermativo alla domanda "Have We Entered the Anthropocene?" (IGBP, 2015). In questo senso, il termine *Antropocene* deriva dall'antica parola greca *anbropos* che si significa "umano", individuando nell'attività umana la maggiore causa dell'attuale trasformazione della Terra. Tuttavia, la comunità scientifica è ancora divisa sul termine che indica questa nuova era caratterizzata dall'impatto umano. Per la

comunità scientifica della geologia, infatti, è molto difficile modificare il nome di un'intera era geologica, poiché l'uomo è una specie che ha cominciato a modificare il suo ambiente in tempi relativamente recenti. Si considera che la specie umana abbia iniziato a modificare il suolo compatibilmente con la rivoluzione agricola, in un periodo tra 4,6 mila e 2,6 mila anni fa. I cambiamenti della vegetazione registrati sono stati significativi, in particolare nelle zone dell'Europa occidentale e centrale, luoghi in cui si sono sviluppate le produzioni agricole, tutt'ora ampiamente presenti (Mottle, Flantua, 2021). I cambiamenti a cui stiamo assistendo ora sono, tuttavia, contenuti rispetto agli eventi apocalittici avvenuti 252 milioni di anni fa, quando circa il 96% delle specie marine morirono (Davison, 2019). Fino ad oggi, i cambiamenti non sono stati così severi e, alcuni membri della comunità scientifica di geologia, ritengono che l'epoca in cui la specie umana ha cominciato a svilupparsi occupi solo una piccola porzione di tempo non sufficiente a determinare un cambiamento nella nomenclatura di un'intera era geologica (Davison, 2019).

Nelle parole di James Joyce (1922), l'umanità è quindi da considerarsi una "parentesi di brevità infinitesimale" (p.929), il cui mondo, come tutti quelli che l'hanno preceduta e che la seguiranno, è destinato all'estinzione per lasciare spazio ad altre specie. Il processo di distruzione che potrebbe essere la causa della sua estinzione è però causato dall'uomo stesso. La sua azione sta irreversibilmente causando un cambiamento durante l'era dell'Olocene, rimasta stabile a livello di temperature da 12millenni, e ormai caratterizzato dal cambiamento molto più rapido. Infatti, misurando la concentrazione dei livelli di anidride carbonica, si è infatti notato che i livelli sono simili a quelli del periodo del Pliocene, circa 3 milioni di anni fa (Davison, 2019).

Il Professore Jan Zalasiewicz, geologo all'Università di Leicester e capogruppo di Working Group on the Anthropocene (WGA), considera che la rilevanza dell'Antropocene è il fatto che la traiettoria del sistema del pianeta Terra è stata modificata e

l'umanità ne ha fatto parte. I cambiamenti sono iniziati in epoca relativamente recente considerata la storia geologica della Terra, tuttavia, molti cambiamenti avviati dagli esseri umani sono irreversibili. Tra di essi, l'attività umana è stata responsabile di avere portato all'estinzione animali e piante molto prima del previsto, e se la tendenza attuale continuerà, almeno il 75% delle specie si estingueranno nei prossimi secoli. L'aumento dei livelli di anidride carbonica nell'atmosfera ha un tasso molto più veloce, poiché i combustibili fossili sono aumentati da 280 parti per milione a 440 dalla rivoluzione industriale ad oggi. La plastica sarà un materiale che costituirà i fossili nel prossimo futuro, e si ritroveranno materiali delle microplastiche anche nelle riserve di acqua, nonché già nei tessuti di tutti gli organismi viventi (Carrington, 2016). L'uso dei fertilizzanti ha portato al raddoppio dei livelli di nitrogeno e di fosforo nel suolo rispetto all'era preindustriale, causando un impatto enorme sul ciclo del nitrogeno mai visto in 2,5 miliardi di anni (Carrington, 2016). Nonostante l'epoca dell'Antropocene sia nata in tempi recenti, l'impatto delle azioni dell'uomo avrà conseguenze che si ripercuoteranno sulle generazioni e sulle specie animali che vivranno nei prossimi millenni.

Dunque, l'uomo è stato un protagonista in un processo di cambiamento globale del clima, e l'unico che ha contribuito in modo così significativo ed in poco tempo a influenzare i grandi cicli biogeochimici del pianeta terra. Durante la sua evoluzione, l'uomo ha cambiato la sua economia basata sulla caccia e la raccolta in un'economia basata prevalentemente sull'agricoltura e sull'allevamento. Questo importante cambiamento economico ha portato un incremento della temperatura del pianeta di 1°C. Le prime attività umane che hanno determinato questo incremento della temperatura sono state la deforestazione e le modificazioni del suolo.

Con la nascita della Rivoluzione Industriale, iniziata nel XIX secolo, si considera che sia cominciato un susseguirsi repentino di cambiamenti a livello dell'atmosfera, che sono iniziati a partire dalle

modificazioni subite dal suolo. In particolare, un'ingente azione di deforestazione, di coltivazioni sempre più estese ed allevamenti sempre più ampi ed intensivi sono stati causa di importanti cambiamenti anche negli ecosistemi. Tutte queste attività hanno portato all'aumento rilevante del carbonio, prevalentemente diffuso dal consumo dei combustibili fossili. Dopo l'era industriale, l'uomo ha cominciato a servirsi del carbon fossile e, in seguito, del petrolio, per le attività industriali, contribuendo così a incrementare la quantità di carboni già presente nell'atmosfera, alterando drammaticamente quella generata da milioni di anni dai processi biogeochimici. L'omeostasi del sistema climatico è stata in grado di attutire questa alterazione, tuttavia, essa sta giungendo ad una saturazione.

Le emissioni di carbonio sono iniziate prevalentemente nel XIX secolo, durante il quale è stato prodotta una quantità di qualche centinaio di milioni di tonnellate. In particolare, negli anni Venti del 1900 si raggiunge la quantità di miliardi di tonnellate di emissioni, fino ad arrivare ad una triplicazione delle emissioni negli anni Sessanta. Solo dieci anni dopo, si registra un aumento a quattro miliardi di tonnellate, che diventano cinque nel 1980, per arrivare a sei nel 1994. Dall'inizio degli anni Duemila, si è arrivati a undici miliardi o Gigaton. I combustibili fossili contribuiscono per il 70% all'inquinamento atmosferico, mentre per il 30% sono responsabili i cambiamenti del suolo come le coltivazioni, le deforestazioni e le aree industriali. L'aumento tempestivo dell'emissione di carbonio ha visto un incremento superiore alle epoche passate. La storia relativa alle emissioni da parte dell'uomo e il loro aumento nell'atmosfera sono due eventi congruenti. Infatti, la comunità scientifica ritiene che le emissioni antropiche siano la causa principale dell'aumento di carbonio nell'atmosfera, che sono passate da 280 a 414ppm (parts per million). L'attività umana è responsabile di produrre emissioni di anidride carbonica con una potenza di 13 volte superiore a quella attribuita all'attività del Sole,

ovvero $1,6 \text{ W/m}^2$ (Watt per metro quadro), (Greco, Massariolo, 2019).

Non vi è però solo il carbonio come responsabile dell'inquinamento atmosferico, la cui concentrazione è passata da 715 a 1870 ppb (parts per billion) tra il XIX secolo fino ad oggi. Il metano possiede sia fonti di produzione naturali che origini antropiche. Quindi, non è facile analizzare quanto del metano accumulato in atmosfera abbia un'origine antropica e naturale. Si è però registrato che dal 1993 al 2015 l'accumulo di metano in atmosfera non è più cresciuto, trovando un equilibrio dinamico. L'equilibrio è stato trovato probabilmente anche con l'uso di tecniche innovative di coltivazione del riso che prevedono l'utilizzo di meno acqua. Anche il ciclo del metano, dunque, ha subito l'influenza umana, negli ultimi anni la sua concentrazione in atmosfera è aumentata, raggiungendo la potenza di $0,48 \text{ W/m}^2$ all'irraggiamento come nell'epoca preindustriale. Anche tutti gli altri gas serra sono emessi in atmosfera dall'uomo per il 40 %, come le emissioni di N_2O che contribuiscono all'aumento dell'effetto serra. Inoltre, l'uomo è responsabile del 100% dell'emissioni di alocarburanti come prodotti di sintesi. Le attività umane determinerebbero, secondo lo studio di Greco e Massariolo (2019), la formazione di ozono troposferico e superano di 25 volte l'attività solare nella produzione di gas serra.

Le attività umane sono responsabili della creazione di aerosol, ovvero delle particelle liquide e solide che fluttuano se liberate in atmosfera. Esse consistono in polveri di varie fonti, o pollini se sono di origine naturale, mentre quelle prodotte dalle industrie, dal traffico o dagli incendi sono polveri inquinanti. Esistono tipologie di aerosol che contribuiscono a raffreddare e altri a riscaldare, ma non è semplice comprendere gli effetti della loro azione. In sintesi, l'aerosol di origine antropica ha un effetto che fa raffreddare l'effetto riscaldante delle emissioni antropiche. L'aumento dell'aerosol è compatibile con l'aumento registrato della temperatura del pianeta, rispetto all'era preindustriale. Inoltre,

L'azione dell'uomo ha contribuito a cambiare anche il clima in modo irreversibile sulla Terra, riconducibile in due modi: l'inasprimento dell'effetto serra naturale e la sua attenuazione. L'aumento della temperatura deriva dal fatto che l'effetto riscaldante è doppio rispetto a quello raffreddante. Il *radiative forcing* delle attività umane corrisponde a $1,6 \text{ W/m}^2$, ovvero un contributo di 12 volte maggiore rispetto all'attività solare (Greco & Massariolo, 2019).

I fattori del cambiamento del clima e la loro forza	
Fattori	Radiative forcing (in W/m2)
Attività solare	0.12
CO2 antropica	1.63
CH4 antropica e naturale	0.48
N2O antropica	0.16
Composti alogenati	0.33
Attività umane dirette	2.60
Ozono troposferico	0.40

Tabella 1: I fattori del cambiamento climatico e la loro forza (Fonte: Greco & Massariolo, 2019).

Dunque, l'era geologica dell'Antropocene può essere definita come una nuova epoca nella quale l'umanità sta profondamente evolvendo e cambiando drasticamente e irreversibilmente gli ambienti in cui vive. L'azione dell'uomo è diventata potente e influisce su ogni aspetto dell'ecologia del pianeta, lasciando un segno che durerà per i prossimi secoli. L'azione dell'uomo ha causato, per esempio, almeno cinquanta chilometri di solchi lasciati per estrarre il petrolio, la rimozione di montagne per ricavare il carbone, l'inquinamento di oceani con miliardi di pezzi di plastica. Nelle ultime decadi, l'uomo ha iniziato a sperimentare le armi nucleari, oltre alla produzione di energia nucleare per il suo consumo, disperdendo significative quantità di radiazioni in tutto il pianeta. Inoltre, i gas prodotti dall'incendio di foreste tropicali per lasciare spazio alle monoculture ha incrementato la presenza di

microparticelle di smog che si sono sedimentate nell'atmosfera, inquinando così, l'aria di paesi interi.

1.2 Le conseguenze sull'ambiente e le nuove consapevolezza

L'idea stessa di un'era chiamata Antropocene rimanda ad una questione importante. Talvolta l'uomo si immagina come una specie che da sempre ha abitato le ere della Terra, ma in realtà la sua presenza sul pianeta è relativamente recente e dipendente dalla presenza di determinate condizioni ambientali. Prima del suo arrivo, diverse specie animali molto più potenti e forti dell'uomo vivevano sulla Terra e hanno dominato i territori per miliardi di anni. Da quando l'uomo ha iniziato a vivere in gruppi sempre più estesi di individui, si è sviluppato un processo di "modernizzazione", che tende a farlo dimenticare le sue origini e assumere un comportamento che sembra voler lasciare dietro di sé tracce del suo passaggio a discapito dell'intera biosfera. L'era dell'Antropocene appare quindi caratterizzata dal comportamento violento, presuntuoso e assolutistico dell'uomo per affermare il suo potere sull'intera biosfera e tutti gli ecosistemi.

Il concetto di Antropocene nasce all'interno delle scienze della Terra e delle scienze tecnologiche avanzate. Ma si è sviluppato soprattutto negli ultimi vent'anni con i numerosi dibattiti tenuti da attivisti, ambientalisti, scrittori, storici, e scienziati che stanno cercando una risposta sia per capire le conseguenze che per agire in modo da cambiare la nostra traiettoria. Anche nel campo artistico e letterario si cerca di affrontare le sfide che quest'era comporta, si cerca di analizzare la reazione dell'uomo per fare fronte alle pressioni e alle responsabilità delle varie popolazioni umane nei confronti dell'ambiente.

Ciò che si deduce è spesso una sensazione di impotenza nei confronti del cambiamento, nonostante si consideri la specie umana la più potente. L'era dell'Antropocene è stata formalizzata come un'epoca che ha origine con l'uso del fuoco dagli uomini,

circa diecimila anni fa e poi con la scoperta dell'agricoltura fino alla rivoluzione industriale. Successivamente, l'era dell'Antropocene cambia passo, a partire degli anni Cinquanta, con l'inizio della "Grande Accelerazione" (Welcome to the Anthropocene, 2023) con un aumento di trend socioeconomici e nei sistemi Terra sempre più impattanti. La popolazione ha cominciato a crescere in modo esponenziale, le emissioni di gas sono aumentate causando estinzioni di numerose specie, causate anche dalla produzione di plastica e metallo. La plastica può essere considerata un elemento caratterizzante di quest'era, poiché i dati hanno registrato una produzione di plastica intorno a centomila tonnellate nell'intero pianeta all'anno. La plastica è un materiale che si degrada difficilmente e alcuni materiali resteranno imprigionati nello strato terrestre, come anche i residui di isotopi derivanti dall'uranio-235. L'Antropocene si caratterizza anche per il numero di specie estinte a causa della distruzione dell'ambiente naturale in cui esse vivono. Un terzo degli anfibi sono a rischio estinzione, un quinto dei mammiferi sono in pericolo e vulnerabili, mentre il livello di estinzione attuale degli uccelli ha subito un'accelerazione maggiore degli ultimi centocinquanta anni di storia evolutiva aviaria. Il comportamento dell'uomo non sembra però cambiare davvero, e spesso la risposta ai crimini ambientali è l'indifferenza (Macfarlane, 2016).

La difficoltà della popolazione è comprendere che gli effetti dei comportamenti umani hanno ricadute tangibili sull'ambiente, ma essi sono lontani dalla verificabilità del quotidiano. Ad esempio, lo scioglimento dei ghiacciai artici, l'estinzione delle specie esotiche, l'alterazione della composizione atmosferica e il cambiamento delle correnti marine sono effetti dell'alterazione climatica non riscontrabili direttamente nei paesi responsabili dell'inquinamento. I cambiamenti ambientali minori sono però percepiti anche a livello locale. Ad esempio, i contesti urbani si rivelano ambienti fragili che perdono sempre di più le caratteristiche naturali. Il senso di incertezza e spaesamento che spesso genera ansia nella

popolazione, specialmente tra i giovani, accresce una percezione di sé stessi di impotenza all'interno di una scala di crisi incontrollabile. Per fare avvenire una vera presa di coscienza dei cambiamenti in atto, bisogna ricondurla ad una esperienza umana e tangibile.

L'epoca dell'Antropocene ha portato con sé altri problemi, come ad esempio il sentimento di inquietudine che pesa sulle identità delle persone nel pensare a sé stessi come attori di cambiamenti drastici ambientali ai quali non si sa come rimediare, come capire e controllare, poiché il salto dalla scala personale a quella globale è notevole. Il concetto di *agency* può invece acquisire importanza per l'individuo se intesa come azione collettiva, poiché l'intera comunità agisce per contribuire al benessere del proprio e altrui ambiente. Allo stesso tempo, il rischio è l'incorrere in un sentimento di inefficacia da parte della popolazione che è cosciente del fatto che le azioni nel loro piccolo sono circoscritte e poco efficaci.

Le società che nel corso della storia dell'evoluzione dell'uomo hanno attivato i principali processi di alterazione del clima sono le società più evolute dal punto di vista tecnologico. Esse hanno prodotto considerevoli quantità di gas provocando l'alterazione dell'effetto serra, tuttavia, sono le società meno esposte agli effetti dei loro comportamenti (IPCC; Working Group II, Regional Contents, 2014). In aree fortemente sviluppate, si è preso atto che gli effetti antropologici sono frutto della corresponsabilità dell'intera popolazione - agricoltori, industriali e consumatori - ma tutti tendono a condividere la stessa linea politica di *no regrets*, nessun rimpianto.

Infatti, le società industrializzate e tecnologiche sono spesso, paradossalmente, le meno interessate ad investire per attuare un vero cambiamento di direzione dello sviluppo energetico, e le più difficili ad essere sensibilizzate. Il cambiamento consisterebbe nella messa in pratica di piani per ridurre lo spreco di risorse, nella riduzione dei consumi, in modifiche dei processi produttivi e la

razionalizzazione dell'utilizzo delle risorse comuni. Si avvierebbe quindi ad una modifica consistente degli stili di vita.

L'attuale circolo vizioso innescato consiste nella negazione dell'evidenza del cambiamento da parte delle società avanzate tecnologicamente, che sono le prime a causare su larga scala azioni dannose per l'ambiente. Tuttavia, non si deve escludere il ruolo che le società considerate "in via di sviluppo" possono aver svolto e continuare a svolgere nel mettere al primo posto la necessità economica al posto di quella ambientale, avendo un'economia fortemente legata al territorio. La trivellazione dei giacimenti di gas nel fondo oceanico richiede un'ampia mano d'opera che spesso viene cercata nelle comunità autoctone, generando così un'importante fonte di sostentamento dell'economia. Le emozioni che si generano quando il soggetto viene a conoscenza della distruzione di un ambiente, di una certa specie animale sono transitorie e non durano, perché per l'uomo è da sempre stato difficile immedesimarsi in una condizione che non riesce a percepire, poiché la distanza tra lui e questi eventi è notevole e difficile da colmare. Il rimedio a questa distanza può invece essere colmato con la conoscenza, la divulgazione di dati e di valori che possono dimostrare quale sia l'entità della catastrofe che si sta già in parte verificando. Durante la storia dell'evoluzione dell'uomo, il buon andamento dei raccolti ha costituito uno strumento di osservazione e quantificazione del corretto sfruttamento del suolo. Si è quindi potuto confrontare l'azione umana nel corso del tempo, e, analizzando la sua portata su scala globale. Ciò che si deduce è che all'uomo sembra si sia tolta la possibilità di comunicazione con la natura, con ciò che è al di fuori di sé, generando eventi che ora non riesce a controllare. Nel corso della sua storia ha perso la comunicazione con il mondo naturale, e egli non considera più la connessione che collega gli esseri viventi con il suo habitat (Bougleux, 2017).

Alcuni filosofi contemporanei come Timothy Morton hanno criticato queste modalità del pensiero moderno, dicendo che si

dovrebbe eliminare l'intero concetto di natura. Infatti, si sostiene che ormai l'idea di natura è pervasa da enormi concetti astratti per l'uomo che difficilmente si riescono a comprendere. Per esempio, il concetto di riscaldamento globale e di conseguente cambiamento climatico diventa, pertanto, un fenomeno davvero complesso e articolato; tuttavia, esso sta diventando sempre più tangibile e reale. Ogni specie che abita il pianeta è in connessione con altre specie, poiché ogni ecosistema possiede una propria coscienza che permette la comunicazione. L'uomo sembra invece avere perso questa coscienza da quando si è circondato da oggetti che non sono né umani né naturali.

Il pensiero che governa questo comportamento, secondo Morton (Cit. in Blasdel, 2017) è il capitalismo industriale, un comportamento primitivo e artificiale. Questo comportamento è ciò che caratterizza l'era dell'Olocene, conosciuta per il suo clima stabile e temperato, ma che sta arrivando ad una fine. L'uomo ha alterato così drasticamente il clima e gli equilibri degli ecosistemi, tanto da portare una nuova era più instabile e volatile. Gli eventi atmosferici estremi come le inondazioni, la grave carenza di risorse, le specie scomparse, la desertificazione e le precipitazioni radioattive saranno l'eredità delle società che vivranno sulla Terra dopo quella attuale e che dovranno fare i conti con i cambiamenti iniziati oggi (Blasdel, 2017).

In questo momento, il 75% dei gas a effetto serra nell'atmosfera resterà bloccato per più di mille anni nell'atmosfera, ma si presume che circa il 15-40% delle molecole emesse originariamente potrebbe ancora essere presente nell'atmosfera (WWF Svizzera, 2023).

In ogni modo, il periodo dell'Antropocene si caratterizza non soltanto per la distruzione dovuta all'uomo, ma anche negli ultimi anni per la nascita di una maggiore auto-consapevolezza del fatto che la specie umana ha una immensa forza di influenza sulla Terra. Le drammatiche conseguenze sono state causa del risveglio della coscienza dell'uomo e che ora fanno parte della sua vita (Blasdel,

2017). Per spingere ulteriormente questa consapevolezza, sarebbe opportuno ricollocare localmente fenomeni dovuti all'Antropocene, come il cambiamento climatico, attraverso una frammentazione del concetto. È quindi necessario interrogarsi su cosa sta realmente accadendo nelle aree urbane, come il fenomeno del cambiamento climatico sta agendo sul proprio ambiente e considerare i fenomeni metereologici estremi analizzando il clima locale.

La crisi climatica che caratterizza questa epoca provoca, però, un sentimento di incertezza verso il futuro dell'ambiente. Il soggetto, anche se si percepisce libero di agire e mettere in pratica azioni virtuose, percepisce il suo comportamento come ininfluenza perché situata su una scala piccola, personale e limitata se messa a confronto con la scala globale. La sensazione percepita è che le azioni del singolo non siano realmente efficaci per incidere sui problemi ambientali. Questo dramma può essere risolto se si riesce a comprendere come mettere in comunicazione il piano politico con quello personale, rendendo i soggetti consapevoli che davvero con delle azioni mirate e collettive si possono raggiungere dei risultati (Bougleux, 2017). Innanzitutto, comunque, occorre capire complessivamente in che cosa consiste il cambiamento climatico. Occorre considerare i suoi effetti come conseguenze normali e anomali allo stesso tempo, perché parte del clima del domani.

CAPITOLO 2. IL CAMBIAMENTO CLIMATICO: CAUSE E IMPATTI

Il cambiamento climatico si riferisce ad un fenomeno che avviene su larga scala e influenza il clima di tutto il pianeta, provocando un rialzo delle temperature. Si tratta di un fenomeno ricorrente nei 4,5 miliardi di anni di storia del pianeta Terra, dovuto a molteplici cause, ma che si sta verificando in modo particolare ormai dalla metà del Diciannovesimo secolo, da quando sono nate le prime industrie che hanno contribuito a rilasciare il diossido di carbonio e gli altri gas serra nell'atmosfera (Met Office, 2023). Il concetto di cambiamento climatico si può intendere come “le variazioni nello stato del clima che possono essere identificate da cambiamenti rispetto alla media e/o dalla variabilità delle proprietà dello stato climatico stesso, che persistono per un periodo esteso” (Minigher, Cirilli & Mosetti, 2019). Il cambiamento climatico odierno è causato principalmente dalle attività umane, in modo specifico dal consumo di combustibili fossili, ovvero gas, petrolio e carbone. La combustione intensa di questi materiali provoca l'emissione di gas serra, i quali “avvolgono la Terra come una coperta” (United Nations, 2023). Il calore del Sole viene così intrappolato causando un rialzo delle temperature sulla superficie terrestre. Inoltre, anche il metano e il diossido di carbonio sono causa di emissione di gas serra. Secondo il Quarto Rapporto IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) si è affermato che i fattori umani sono i principali responsabili del cambiamento climatico per circa il 90% (Ronchi & Loglisci, 2007). Il riscaldamento del clima avviene proprio perché la Terra è dotata di un sistema climatico formato da più componenti che si influenzano reciprocamente e che mantengono l'equilibrio del sistema. Questi fattori coesistono e permettono l'innalzamento della temperatura; perciò, si può affermare che l'aumento del riscaldamento globale è dovuto a cause antropiche nonostante la variabilità climatica sia da sempre avvenuta sulla Terra ed essa è dovuta a cause naturali (Minigher, Cirilli & Mosetti, 2019).

2.1 Il clima e il tempo meteorologico: due fenomeni variabili

Il tempo e le sue variazioni sono da sempre oggetto di interesse dell'uomo, poiché i risvolti del clima hanno conseguenze sulle attività antropiche. Studiare il tempo meteorologico è quindi molto importante per descrivere i fenomeni fisici atmosferici in un dato intervallo di tempo e in un luogo preciso. L'atmosfera è un gas all'interno della quale si registrano i fenomeni dati dalla quantità del gas in osservazione, in un dato ambiente circoscritto e per un periodo di tempo definito. Per ottenere le informazioni sul tempo di un luogo preciso, occorre rendere noto il volume dell'atmosfera su cui si effettuano le rilevazioni e l'area della zona di interesse (De Simone, 2007).

La Terra è circondata dall'atmosfera, la massa gassosa classificata in strati di gas a seconda della loro densità. Lo strato più vicino alla superficie terrestre è la troposfera (da 7 a 17 chilometri dalla superficie). La sua composizione chimica è diversa: il 78% azoto, il 21% di ossigeno e l'1% di argon, ma essa è anche composta da vapore acqueo (tra 0,1% e 4% nella troposfera). I gas traccia, ovvero l'anidride carbonica e il metano sono presenti in natura seppur in quantità molto piccole, ma a causa delle attività antropiche, esse sono aumentate sensibilmente. Inoltre, la composizione dell'aria, variando continuamente, porta alla reazione di alcune sostanze con altre reagenti per formarne di nuove, altamente inquinanti. Il ruolo del calore facilita tali processi di reazione.

Nell'atmosfera esistono varie sostanze inquinanti, ma la concentrazione di questi elementi non è da considerarsi dannosa per la salute di piante e animali. L'inquinamento atmosferico non è solo di origine antropica, anche degli eventi naturali come gli incendi boschivi, le eruzioni vulcaniche e le tempeste di sabbia possono creare alterazioni nella composizione dell'atmosfera. Dopo che queste particelle inquinanti entrano in circolo, avvengono delle reazioni chimiche che contribuiscono ad

inquinare l'atmosfera. La fonte più inquinante per l'atmosfera rimane l'azione umana, in quanto l'inquinamento causato dal particolato e dall'ozono sta causando gravi problemi alla salute alla popolazione. L'atmosfera è composta anche da altri gas, la cui struttura viene modificata dalla combustione dei carburanti. L'azoto, il gas più presente nella nostra atmosfera, reagisce con l'ossigeno formando ossidi di azoto. Quando reagisce con atomi di idrogeno, si dà forma all'ammoniaca, ovvero un inquinante altamente nocivo. Sono i processi di combustione che danno origine all'inquinamento atmosferico, alterando il ciclo dell'idrogeno e del nitrogeno (Agenzia Europea dell'ambiente, 2013). L'inquinamento atmosferico è quindi una delle tante cause che hanno contribuito a modificare il clima.

La meteorologia è la disciplina scientifica che si occupa di studiare l'atmosfera e tutti gli eventi che si verificano in essa. È una disciplina antica, nata a Firenze presso l'Accademia del Cimento, durante la corte medicea. La meteorologia non è una previsione esatta del tempo, ma essa si basa sulle singole osservazioni integrate in reti più estese di informazioni, che possono dare un modello sullo stato dell'atmosfera in un dato periodo di tempo.

Per quanto riguarda il clima, esso è il risultato di una descrizione accurata dei valori medi e della variabilità delle quantità rilevate di temperatura e precipitazioni. Per definire il clima occorre prendere in considerazione l'insieme delle condizioni fisico-meteorologiche che caratterizzano mediamente una determinata zona del globo per un certo periodo di tempo. Come specificato dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale si deve prendere in considerazione almeno trent'anni di tempo (Pasini, 2003).

Il concetto di clima, tuttavia, non è ricavabile con esattezza, ma il risultato di una probabilità. Ovvero, dalla probabilità che in un istante specifico si facciano delle osservazioni di un tempo meteorologico in un luogo definito. Perciò è raccomandato dall'OMM di considerare un tempo di più di vent'anni durante il quale si considerano le variabili statistiche del tempo, effettuando

osservazioni ogni giorno. Grazie all'osservazione mirata della frequenza degli eventi, si è in grado di distinguere i fenomeni fisici eccezionali. Il tempo osservato non ha mai le stesse caratteristiche, perciò l'uomo è da secoli interessato a capire come esso cambia per valutare quali conseguenze subiranno le sue attività.

Il pianeta Terra è in continuo cambiamento, e in particolare modo le componenti che determinano il clima, ovvero l'atmosfera, l'idrosfera, la geosfera, la biosfera e la radiazione solare terrestre, sono in perpetuo cambiamento. Tutti questi elementi costituiscono degli ecosistemi connessi tra loro da cicli fisici, chimici e biologici, che si possono ripercuotere anche sul clima. Il clima è un sistema complesso dato dalle interazioni di ogni ecosistema e dalle evoluzioni che hanno subito nel corso del tempo. Il clima è un sistema variabile con modalità diverse e tendenze che possono rimanere tali per secoli. Ogni componente del clima determina il suo stato in un dato istante, ma è difficile da definire la sua tendenza nel tempo, dato che non è mai stato costante. Esso, infatti, è variato sia velocemente che lentamente nel corso del tempo, per brevi periodi o per periodi più lunghi (De Simone, 2007).

Il sistema climatico è complesso ed è il risultato di misurazioni che non si fermano all'osservazione dell'atmosfera, che costituisce solo un sottoinsieme del sistema climatico, ma si espande alla misurazione di oceani, ghiacci oceanici e alle terre emerse come aree forestali, ghiacciai, deserti e le aree antropizzate, tra cui le falde e i corsi di acqua. Si studia come avviene l'equilibratura energetica tra gli ecosistemi terrestri e le radiazioni provenienti dal sole su diverse scale. Infatti, il clima è risultato di interazioni diverse che lo modificano e hanno conseguenze anche sulla vita dei viventi che abitano gli ecosistemi, ma che a loro volta agiscono sul clima.

Esiste un legame di tipo fisico tra le scale diverse, chiamata la cascata di Kolmogorof, per cui, ad esempio, un anticiclone di grandi dimensioni determina il tempo sull'Europa oppure un piccolo temporale di dimensioni più ridotte può incidere sul bilancio energetico del pianeta. Di conseguenza, per comprendere

un fenomeno anche piccolo che avviene su una scala ridotta, si deve considerare cosa avviene su scale più ampie. Ad esempio, quando si verifica un fenomeno atmosferico come una gelata tardiva, è importante non trascurare ciò che avviene sulla macro scala come l'apporto di aria artica o polare continentale. Il cambiamento climatico si riscontra come risultato di studi sulla circolazione atmosferica e della variabilità temporale; perciò, esso si può definire come un improvviso cambiamento della frequenza della circolazione delle correnti atmosferiche (De Simone 2007). Si può dedurre che i cambiamenti climatici non seguono un lineare percorso basato su modificazioni graduali, ma esse sono discontinue e passano da un sistema circolatorio all'altro.

2.2 La variabilità climatica

Le cause della variabilità climatica (Figura 1) sono quindi da considerarsi naturali e antropiche. I cambiamenti climatici sono sempre stati parte del "ciclo naturale" della Terra. Inoltre, esiste una correlazione tra i tempi dei cambiamenti di temperatura e i fattori che determinano il cambiamento climatico. Prima della rivoluzione industriale, vari fattori determinavano il cambiamento climatico non legati all'attività umana, in particolare, la variazione della radiazione solare, compresi i cicli di Milankovitch (eccentricità, obliquità, precessione), l'interazione fra le componenti del sistema clima, come l'oceano e l'atmosfera, le eruzioni vulcaniche e la deriva dei continenti.

Dopo, inizialmente in modo relativamente graduale, e successivamente con una grande accelerazione dal 1950 in poi, dovuta a una crescita drammatica dell'attività umana a livello globale, le cause antropiche si sono sovrapposte alla regolare variabilità climatica, principalmente attraverso processi di produzione e consumo basati sull'uso di combustibili fossili e la conseguente aggiunta di enormi quantità di gas serra a quelli presenti naturalmente nell'atmosfera. Attribuire delle cause certe

che hanno portato al cambiamento climatico che si sta verificando oggi è una questione difficile, che deve essere analizzata da più punti di vista scientifici: astronomico, biologico, geologico, meteorologico, chimico e geografico. Ormai, però, quasi all'unanimità, tutti i membri della comunità scientifica concorrono ad affermare che il clima, essendo instabile e non lineare, è stato influenzato da cause antropiche, in particolare a partire da metà del ventesimo secolo. Dunque, la sola azione dell'uomo ha avuto un impatto tale da essere la causa preponderante ai cambiamenti messi in atto oggi.

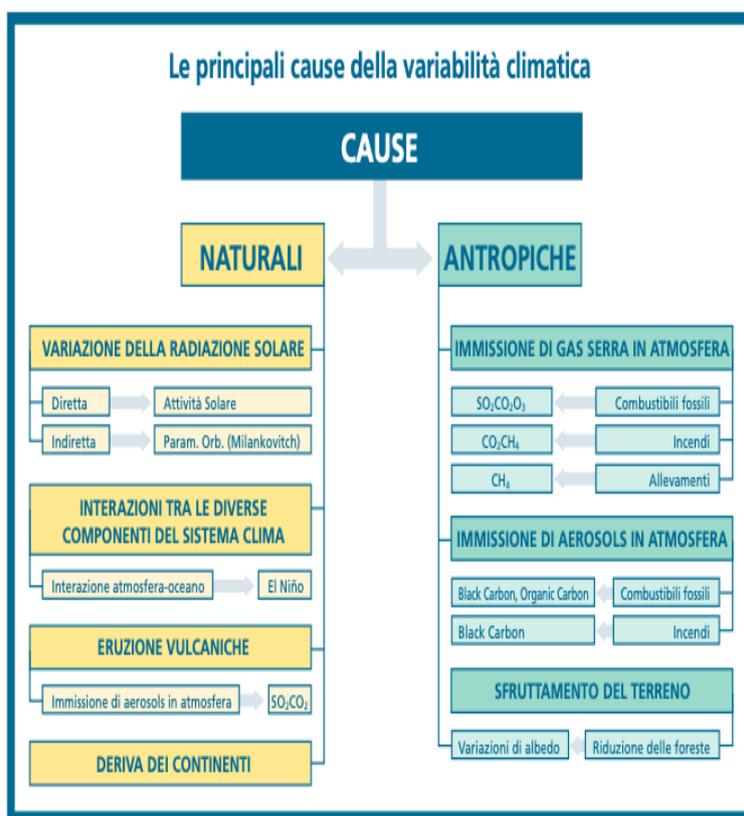


Figura 1: Le principali cause della variabilità climatica (Fonte: Minigher et al., 2019).

Un significativo contributo al cambiamento che sta affrontando il clima è dato dalla presenza sempre più ingente di gas serra, in particolare dell'anidride carbonica. Essa è infatti prodotta dalla reazione della combustione di materiale organico. Solo l'uomo può essere responsabile e, da oltre 200 anni, l'uomo ha utilizzato

ampiamente le risorse fossili per produrre energia (Georgiadis & Mariani, 2006).

Secondo l'IPCC (2023), le emissioni di gas serra sono aumentate dagli anni Sessanta, parallelamente con la crescita della popolazione e, di conseguenza, anche i consumi pro capite (cibo, mangimi, legname, energia). La risorsa più altamente usata per produrre questi beni è stata l'acqua dolce, in particolare il settore dell'agricoltura consuma il 70% delle risorse idriche (Balocco, 2021). Le conseguenze più allarmanti si verificano in termini di alterazioni dell'effetto serra.

Le attività antropiche hanno inequivocabilmente la responsabilità maggiore del rialzo delle temperature di almeno 1°C, ma questo aumento toccherà presto l'1.5°C, nonostante il limite dell'Accordo di Parigi. Il report dell'IPCC è chiaro sul fatto che ogni tonnellata di diossido di carbonio liberato nell'atmosfera porta ad un aumento degli impatti e dei rischi di caldo estremo, inondazioni e siccità. Inoltre, le emissioni di gas serra sono responsabili dell'indebolimento delle proprietà porose dell'oceano nell'assorbire le emissioni di carbonio, causando un peggioramento della qualità dell'acqua. Le emissioni di gas serra liberate le decenni precedenti hanno causato impatti che saranno irreversibili per i prossimi secoli. In particolare, i ghiacciai e gli oceani (responsabili di assorbire il 96% del riscaldamento globale) stanno cambiando la loro struttura: i primi si riducono e i secondi si alzano di livello. Il *range* di crescita previsto entro la fine del secolo si trova tra i 28 cm e i 100 cm, ma potrebbe raggiungere anche i 200 cm o i 500 cm entro la fine del 2100. Questi eventi estremi si verificheranno nel 60% delle coste. Per questo motivo occorre porre un freno alle emissioni di gas serra che ogni giorno vengono liberate nell'atmosfera (Carrington, 2021).

La richiesta alla Cop26 di formulare dei nuovi piani per ridurre l'emissione dei gas serra è giunta da parte di numerosi paesi. Il quinto report dell'IPCC (2023), ha acceso un allarme al quale

bisogna prestare attenzione per cambiare le politiche di azione dei paesi che emettono i gas a effetto serra.

L'effetto serra è un fenomeno naturale essenziale che permette al pianeta di raggiungere delle temperature adeguate a permettere lo sviluppo della vita. Senza funzione di termoregolazione, sulla Terra ci sarebbero temperature troppo basse, o troppo alte. L'intervento umano sta alterando l'equilibrio termico dell'atmosfera, introducendo gas serra che si uniscono al vapore acqueo già esistente nell'atmosfera (dovuto all'evaporazione dell'acqua sulla superficie terrestre). I gas "estranei" che vengono introdotti nell'atmosfera sono anidride carbonica e metano. Essi sono per il 25% responsabili dell'effetto serra, perché la loro concentrazione nell'atmosfera è troppo elevata, portando all'aumento del riscaldamento climatico (Balocco, 2021).

Dall'inizio dell'era industriale, le emissioni antropiche di anidride carbonica sono principalmente causate dalla combustione di carbone, petrolio e gas naturali, da fenomeni di deforestazione e dall'uso intensivo delle superfici agricole. Le principali fonti antropiche di metano sono le discariche, i siti di estrazione dei combustibili fossili, la digestione del bestiame e le coltivazioni estensive.

La Terra, a sua volta, assorbe la luce del sole ed emette delle onde di radiazione infrarossa che sono espulse nello spazio. Quando le radiazioni lasciano la Terra, le radiazioni colpiscono lo strato composto dai gas serra, molti di essi riescono a passarci attraverso, ma alcuni di essi vengono invece assorbiti e ritornano indietro sulla Terra. Queste radiazioni sono quindi "intrappolate" nell'atmosfera terrestre e ciò provoca un innalzamento della temperatura terrestre. È questo processo che chiamiamo "effetto serra". Ciò che è fondamentale capire è che l'impatto dell'effetto serra porta delle criticità alla vita sulla Terra. La copertura che avvolge la Terra mantiene il calore necessario per vivere, ma aggiungendo altri gas serra nell'atmosfera, le azioni umane hanno scatenato un effetto serra eccessivo. Gli impatti negativi di questo eccesso dell'effetto

serra consistono in un ispessimento della coltre che invece di mantenere stabili le temperature sta causando un notevole innalzamento dei valori.

I gas a effetto serra provengono per un quarto dai combustibili fossili per produrre l'elettricità e calore. Un'altra parte dei gas emessi dall'uomo, vengono dall'agricoltura e dall'uso intensivo dei terreni. Questo ha comportato un'azione di deforestazione intensiva, per creare i terreni delle coltivazioni. Le foreste sono essenziali per rimuovere il diossido di carbonio in eccesso dall'atmosfera. Questa azione ha quindi facilitato il rilascio di questo gas nell'atmosfera.

Tuttavia, i gas a effetto serra possono restare nell'atmosfera decine e centinaia di anni, poiché essi non vengono né espulsi al di fuori dell'atmosfera e né assorbiti dalla terra; perciò, essi contribuiscono all'aumento all'incremento delle temperature (Met Office, 2018). Fermare le emissioni ora non porterebbe ad una diminuzione delle temperature, ma dipenderà dai cambiamenti di vita che l'uomo sarà in grado di mettere in atto in futuro.

2.3 Le principali attività umane che impattano sul clima

Le cause antropiche del cambiamento climatico sono una conseguenza di più di un secolo di emissioni nette di gas a effetto serra, prevalentemente causate dall'uso di energia, sfruttamento dei terreni, dello stile di vita e criteri di consumazione e di produzione dei beni. Le emissioni nette di gas a effetto serra (green house gas – GHG) sono aumentate dal 2010 nei settori della produzione di energia, per circa il 24%, per il 22% dall'industria e per il 15% dal settore dell'agricoltura, della selvicoltura e della gestione delle terre a diverso uso del suolo AFOLU (Agriculture, Forestry and Other Land Use) e per il 15% dai trasporti e per il 6% dai dalle abitazioni. Anche l'azione della deforestazione ha portato alla produzione di metà delle emissioni totali nel periodo dal 2010 al 2019.

Anche se sono state registrate delle riduzioni di emissioni di CO₂ prodotte dai combustibili fossili e dai processi industriali, esse sono state meno dell'aumento delle emissioni prodotte dalle attività industriali globali, dell'agricoltura, delle abitazioni e dai trasporti. Inoltre, circa il 10% delle emissioni domestiche contribuiscono del 34-45%, soprattutto nelle aree urbane (Figura 3). Risulta, quindi, inequivocabile che l'uomo ha influenzato l'equilibrio termico dell'atmosfera, provocando il suo riscaldamento oltre a quello degli oceani e del suolo (IPCC, 2023).

Change in indicator	Observed change assessment	Human contribution assessment
Atmosphere and water cycle	Warming of global mean surface air temperature since 1850-1900	likely range of human contribution (0.8-1.3°C) encompasses the very likely range of observed warming (0.9-1.2°C)
	Warming of the troposphere since 1979	Main driver
	Cooling of the lower stratosphere since the mid-20th century	Main driver 1979 - mid-1990s
	Large-scale precipitation and upper troposphere humidity changes since 1979	
	Expansion of the zonal mean Hadley Circulation since the 1980s	Southern Hemisphere
Ocean	Ocean heat content increase since the 1970s	Main driver
	Salinity changes since the mid-20th century	
	Global mean sea level rise since 1970	Main driver
Cryosphere	Arctic sea ice loss since 1979	Main driver
	Reduction in Northern Hemisphere springtime snow cover since 1950	
	Greenland ice sheet mass loss since 1990s	
	Antarctic ice sheet mass loss since 1990s	Limited evidence & medium agreement
	Retreat of glaciers	Main driver
Carbon cycle	Increased amplitude of the seasonal cycle of atmospheric CO ₂ since the early 1960s	Main driver
	Acidification of the global surface ocean	Main driver
Land climate	Mean surface air temperature over land (about 40% larger than global mean warming)	Main driver
Synthesis	Warming of the global climate system since preindustrial times	

Key: medium confidence likely / high confidence very likely extremely likely virtually certain fact

Figura 2: Valutazione dei cambiamenti osservati in larga scala degli indicatori del peggioramento del clima attraverso le componenti del sistema climatico e le attribuzioni dell'influenza umana (Fonte: IPCC, 2023).

In particolare, l'agricoltura ha un ruolo centrale nello sviluppo dei paesi in cui esiste un'importante divisione della produzione.

Inoltre, il terreno è fonte di produzione di cibo, di fibre e il suolo promuove la crescita di una moltitudine di ecosistemi e di servizi. Il settore dell'agricoltura resta comunque uno dei responsabili per l'emissione gas a effetto serra, che provengono prevalentemente dalla deforestazione, dall'agricoltura, dall'allevamento e dallo sfruttamento del suolo. In particolare, l'attività di deforestazione si realizza con la degradazione dell'ambiente e l'abbruciamento delle biomasse, per ricavare dei terreni adatti alla coltivazione. Le emissioni annuali di gas a effetto serra derivati dalla produzione agricola, nei primi anni 2000 era stimato intorno alle 4.3-5.5 GtCO₂ eq/yr. L'equivalente di circa quattro bilioni di tonnellate emesse. Negli ultimi rapporti IPCC si è registrato che l'attività umana agricola è inequivocabilmente la causa principale del cambiamento climatico. Gli indicatori del cambiamento climatico non si osservano solo in termini di rialzo delle temperature e di emissioni di diossido di carbonio e altri gas serra, ma si possono osservare altri indicatori del cambiamento climatico, come ad esempio l'assottigliamento dei ghiacciai, l'innalzamento del livello del mare e l'aumento di gas serra nell'atmosfera. La temperatura, infatti, da quando l'attività industriale è cominciata, sta aumentando rapidamente. Ciò provoca un rapido cambiamento del sistema globale del clima in ogni luogo del globo. La temperatura globale è aumentata di 1.0°C – 1.3°C prima dell'era industriale e, in accordo con Met Office e La World Meteorological Organisation, si è affermato che esiste il 48% di possibilità che le temperature medie globali si innalzino fino a raggiungere 1.5°C. Questo target di temperatura è stato considerato la "linea rossa" entro la quale il rialzo delle temperature deve essere contenuto, come stabilito anche negli Accordi di Parigi "COP 21" nel dicembre 2015. Tuttavia, questo limite non può essere rispettato. Ad oggi molte isole come le Maldive vedono scomparire metri di territorio a causa dell'innalzamento del livello del mare. L'innalzamento di soltanto 0.5°C sarebbe sufficiente per fare sì che gli impatti e i rischi diventino peggiori delle previsioni iniziali: "[...] some 420m

additional people would be exposed to record heat, millions more people would have their livelihoods wiped away by higher seas” (The Economist, 2022).

Limitare l’aumento delle temperature a 1.5°C potrebbe quindi evitare conseguenze ancora più catastrofiche; tuttavia, ormai non è più possibile mantenere questo limite, poiché le politiche correnti hanno stimato che, per la fine del secolo, il rialzo delle temperature non dovrebbe superare 2.8°C. Non tutti i paesi sono ugualmente responsabili dell’innalzamento delle temperature e del conseguente cambiamento climatico. I dieci paesi con le più alte percentuali di emissioni contribuiscono del 68% all’emissione di gas serra nell’ambiente (United Nations, 2023). Di conseguenza, ogni paese dovrebbe assumere l’impegno etico e politico nel contribuire a ridurre il proprio impatto inquinante, in maggior misura i paesi che influiscono in modo più significativo sull’ambiente che condividiamo tutti.

2.4 L’impatto del cambiamento climatico sull’ambiente: i possibili adattamenti

Il riscaldamento globale ha portato alla formazione di uno squilibrio energetico, poiché l’energia del Sole rimane intrappolata nell’atmosfera, aumentando le temperature. Tutti gli ecosistemi ne sono fortemente influenzati e gli effetti dell’impatto del riscaldamento sull’ambiente sono visibili: riscaldamento degli oceani, dell’atmosfera, dei ghiacciai in riduzione, e aumento del livello del mare. Sempre più sovente, si stanno verificando eventi climatici estremi, se non catastrofici. Le siccità e le alluvioni stanno danneggiando le agricolture, mentre le disponibilità di risorse d’acqua dolce si stanno riducendo. Ciò comporta un ulteriore stress per la biodiversità e gli ecosistemi naturali. Gli ambienti che più sono stati investiti dalle conseguenze dell’aumento della temperatura sono gli oceani, che hanno visto un cambiamento delle loro caratteristiche, tra cui la salinità e la concentrazione di

carbonio e di ossigeno. L'aumento del livello dell'acqua comporta rischi per gli ecosistemi delle coste, che hanno visto l'aumento di maremoti, uragani e inondazioni. In particolare, in Europa si sono registrati aumenti nella regione artica e nelle regioni meridionali, con un diradarsi progressivo delle precipitazioni a sud e un aumento verso le regioni del nord-ovest (Balocco, 2021). Tutte le società umane dovranno progressivamente considerare la prospettiva di adattamento dei settori economici, in particolare dell'agricoltura e del turismo.

Allo stesso tempo, le attività antropiche si sono dimostrate le principali cause che hanno portato all'aumento della temperatura, dovuta principalmente al rilascio dei gas serra nell'atmosfera e all'utilizzo intensivo dei terreni. L'impatto del cambiamento climatico colpisce diversi sistemi climatici e antropici. In particolare, esso include non solo il riscaldamento degli oceani, ma il loro innalzamento, poiché i ghiacciai fondono velocemente aggiungendo più acqua al bacino oceanografico, causando il rialzo del loro livello. Gli oceani sono dei mitigatori importanti del surplus di caldo causato dal riscaldamento globale; infatti, essi ne assorbono quasi il 90%, perciò la loro espansione richiederà più spazio ma anche l'assottigliamento, se non la scomparsa, delle coste. Inoltre, gli oceani assorbono i gas serra come il diossido di carbonio, aumentando così la loro acidificazione. Questo fattore comporta un danno ingente agli ecosistemi marini perché la mancanza di ossigeno, a causa dell'eccesso di un PH acido, causa danni alle barriere coralline e alla vita di pesci e altri organismi. Inoltre, gli eventi climatici estremi, come inondazioni, uragani e ondate anomale di calore stanno diventando sempre più frequenti (Figura 3).

Are extremes becoming more frequent?

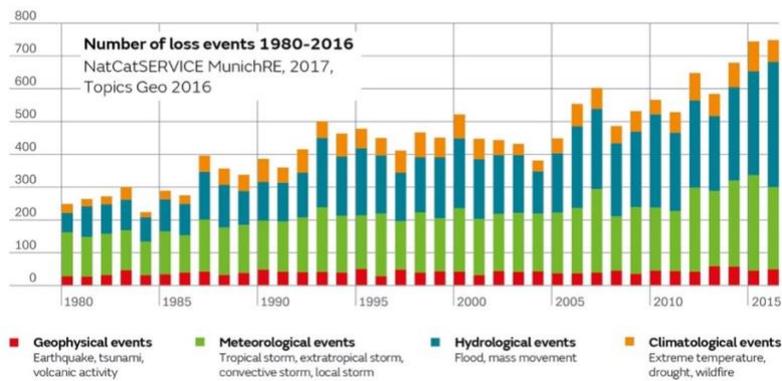


Figura 3: Munich RE's Topics Geo Natural Catastrophes report (Fonte: UK Meteorological Office, 2018).

In particolare, le regioni costiere hanno rilevato un aumento delle inondazioni per via dell'innalzamento del livello del mare. Le terre emerse, di conseguenza, soffrono per l'aumento delle temperature e per gli eventi estremi come siccità e inondazioni. Ciò provoca una crescente insicurezza alimentare soprattutto per agricoltori e allevatori, che ogni anno vedono crescere anche i danni arrecati a campi e colture. L'insicurezza alimentare è anche un fattore che causa l'aumento di guerre e conflitti nei paesi dove le risorse sono più scarse, come l'acqua, il cibo e i ripari, portando una parte di popolazione a fuggire ed emigrare.

Per quanto riguarda la salute umana e ambientale, a causa del cambiamento climatico si sono registrate delle variazioni nella composizione chimica dell'atmosfera. Nella miscela atmosferica sono presenti sostanze che hanno origine dalla combustione di carburanti. Si creano quindi altre sostanze, come il benzene, il monossido di carbonio e i metalli pesanti, che hanno effetti dannosi per la salute umana se si rimane esposti per lungo tempo. In particolare, le particelle originarie dai metalli pesanti si depositano e si accumulano nell'ambiente, alterando i terreni e danneggiando le culture. Anche le particelle di azoto, se emesse in quantità eccessiva, hanno impatti dannosi sugli ecosistemi. In natura l'azoto è uno dei nutrienti fondamentali per la crescita delle piante; infatti, è assorbito dalle radici che lo ricavano dal terreno. L'azoto è però

anche trasportato nell'atmosfera e quando si deposita su terreni o bacini d'acqua arricchisce gli ecosistemi, dove prevale una scarsità di nutrienti. Quando le particelle di azoto si depositano in quantità eccessiva, si possono verificare dei danni alla biodiversità animale e vegetale di un'area specifica. Il fenomeno che si verifica è l'eutrofizzazione. Oggi la metà dell'area europea colpita è considerata un ecosistema sensibile e a rischio. Inoltre, la presenza massiccia di azoto contribuisce a causare l'acidificazione delle fonti di acqua dolce, danneggiando così ingenti aree di terreno, le quali perdono le loro proprietà nutritive per piante e animali. In particolare, zone sensibili come il Nord-Est europeo, hanno registrato dei grandi cambiamenti del loro territorio sia a livello climatico (eventi estremi e siccità) che a livello del terreno (acidificazione). Non si può trascurare che l'effetto del cambiamento climatico risulti ormai un problema globale. I cambiamenti climatici sono la conseguenza delle azioni di inquinamento intraprese dall'uomo e i loro effetti sono ormai visibili a livello globale (AEA, 2013).

CAPITOLO 3. GLI ACCORDI PRESI PER CONTRASTARE IL CAMBIAMENTO CLIMATICO

Oggi quasi tutti gli Stati del mondo si impegnano per cercare e implementare soluzioni che permettano soprattutto di ridurre le emissioni dei gas serra come passo essenziale per affrontare il cambiamento climatico in atto. Nel 1992, a Rio de Janeiro, si tenne la prima “Conferenza sull’Ambiente e lo Sviluppo delle Nazioni Unite”, conosciuta anche come il “Summit della Terra”, con la partecipazione di 154 Stati. Questo primo incontro ha costruito le basi per una serie di futuri accordi sul clima. A Rio fu fondato l’UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change), organo delle Nazioni Unite, con lo scopo di creare il registro delle emissioni di gas climalteranti e di organizzare le COP (Conferenza delle Parti), che si svolgono annualmente a partire dal 1995.

3.1 Il Protocollo di Kyoto

Il protocollo di Kyoto è il primo documento che sancisce gli accordi internazionali tra gli Stati che vi hanno aderito, avente valore vincolante. Esso prevede il perseguimento di obiettivi in favore del contenimento del mutamento del clima su tutto il pianeta. Il documento è stato pubblicato nel 1997 nella città giapponese di Kyoto durante la Conferenza delle Parti “COP3”. Esso è considerato tra gli strumenti più importanti a livello giuridico internazionale volto a combattere i cambiamenti climatici. Il documento è anche il precursore del recente accordo sul clima di Parigi firmato nel 2015. Rimane, pertanto, il primo accordo internazionale che stabilisce delle regole per ridurre le emissioni di carbonio e di tutti i gas a effetto serra, poiché essi vengono riconosciuti responsabili del surriscaldamento della superficie terrestre e, inoltre, attribuisce la causa dell’incremento delle emissioni ai paesi industrializzati o con economie in transizione. Il

trattato dell'UNFCCC di Rio non poneva limiti obbligatori alle nazioni firmatarie da rispettare per le emissioni di gas serra. Non era, perciò, ritenuto vincolante dal punto di vista giuridico e concedeva la possibilità ai paesi aderenti di adottare atti o protocolli che avrebbero posto limiti sulle emissioni da produrre. Kyoto fu il primo di questi. Tuttavia, il documento non è entrato in vigore fino al 2005, ovvero dopo che la Russia ha inviato la ratifica. Il protocollo aveva, infatti, bisogno di essere rispettato da almeno cinquantacinque paesi, i quali dovevano rappresentare non meno di 55% delle emissioni globali. Solo nel 2013 almeno 191 paesi hanno aderito al protocollo, inclusa l'Unione Europea.

Il primo obiettivo fissato è stato la riduzione di almeno 5% delle emissioni da realizzare nel periodo che va dal 2008 al 2012, facendo riferimento al valore delle emissioni di ciascun paese nel 1990. I gas le cui emissioni erano da ridurre erano: biossido di carbonio, metano, protossido di azoto, idrofluorocarburi, perfluorocarburi, esafluoro di azoto. Questi obiettivi sono, inoltre, vincolanti e quantificati per portare alla riduzione di queste emissioni 37 paesi industrializzati, tra cui la Comunità Europea, poiché essi erano riconosciuti come i responsabili principali dell'aumento dei gas a effetto serra nell'atmosfera (Costa, 2022).

Il protocollo di Kyoto prevede che gli obiettivi siano raggiunti con misure nazionali, ma esso consente la riduzione delle emissioni di gas serra con dei meccanismi che si basano sul mercato chiamati i "Meccanismi Flessibili". Ad esempio, la *Emission Trading Internazionale* (ET) consente che i Paesi industrializzati con un'economia in transizione possano scambiare crediti di emissione; oppure se un paese ha conseguito la diminuzione delle emissioni di gas serra considerate superiore al proprio obiettivo può cedere i crediti a un altro paese che non è stato in grado di rispettare i propri impegni per ridurre le emissioni di gas serra. Il meccanismo di Sviluppo Pulito (Clean Development Mechanism- CDM) dà la possibilità ai paesi industrializzati e con un'economia di transizione di realizzare progetti nei Paesi in via di sviluppo, al fine di produrre

benefici ambientali nell'ottica di ridurre le emissioni di gas serra e di sviluppo economico e sociale dei paesi ospiti. Allo stesso tempo, si generano dei crediti di emissione per i paesi che promuovono gli interventi (Protocollo di Kyoto, n.d.). Infine, il meccanismo di "implementazione congiunta" (Joint Implementation) è ciò che consente al paese che ha l'impegno di riduzione e limitazione delle emissioni nel rispetto del Protocollo di Kyoto di avere dei guadagni in termini di unità di riduzione delle emissioni (Emission Reduction Units "ERU"). Un progetto di riduzione delle emissioni che è stato attuato presso un Paese aderente al Protocollo vuole fare sì che ciascuna equivalente di CO₂ può essere tenuta in conto per il raggiungimento degli obiettivi di Kyoto. L'implementazione condivisa offre la possibilità di essere un mezzo flessibile ed efficiente per i costi che servono all'adempimento a una parte degli impegni assunti dal Protocollo.

Il Protocollo è il primo accordo sul piano internazionale che vede un impegno vincolante da parte degli stati aderenti, che mira al perseguimento degli obiettivi previsti, anche per contenere il riscaldamento globale del pianeta (Costa, 2022).

3.2 L'Accordo di Parigi

Tenutosi a Parigi nel 2015, gli stati membri della Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici adottano una prima intesa considerata universale e che a livello giuridico vincola gli Stati a riconoscere il cambiamento climatico. Sono 191 gli Stati che sono uniti da un obiettivo comune: il contenimento a lungo termine dell'aumento della temperatura media a livello globale al di sotto dei 2°C, quindi oltre i livelli preindustriali. L'obiettivo ultimo rimane evitare l'incremento di 1,5°C. Questo accordo consiste nell'evitamento delle potenziali conseguenze catastrofiche derivanti dal cambiamento climatico. La questione ambientale viene riportata a all'attenzione della politica e dell'economia mondiale.

La negoziazione dell'accordo è avvenuta tra 197 Paesi degli Stati membri della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici. È stato adottato a Le Bourget, il 12 dicembre del 2015. In questa data si è tenuta la ventunesima sessione della conferenza delle parti (Cop21) e l'undicesima sessione della riunione delle parti del protocollo di Kyoto.

La Cop21 consiste in due parti: l'Accordo di Parigi e la Decisione della Cop. Da un lato si adotta ufficialmente l'Accordo e dall'altra parte si stabiliscono i passi da fare negli anni successivi. L'Accordo contiene dunque gli obiettivi che legalmente sono vincolanti a lungo periodo, presentando una "legge quadro", ma che per essere implementata è necessario mettere in pratica delle leggi attuative. L'Accordo è stato firmato il 22 aprile del 2016, ma l'accordo entrerà in vigore dopo la ratificazione di almeno 55 Paesi che possano rappresentare almeno il 55% del totale delle emissioni globali di gas effetto serra. Il risultato è ottenuto poi il 4 novembre 2016. Questo Accordo è considerato sulla scena internazionale come un ponte tra le politiche attuali e la neutralità per quanto riguarda il clima fino alla fine del secolo. Inoltre, secondo l'Unione Europea l'Accordo di Parigi potrebbe portare verso la neutralità climatica. Ovvero, esso sancisce per la prima volta il patto tra tutti i paesi del mondo per compiere uno sforzo collettivo al fine di mantenere il riscaldamento globale al di sotto dei 2°C. Inoltre, si cercherà di contrastare gli effetti dei cambiamenti climatici, disponendo che le parti presentino dei piani nazionali per ridurre le emissioni, rivedendo gli impegni ogni cinque anni. Nel 2020 l'Unione Europea ha assunto l'impegno di ridurre le emissioni del 55% entro il 2030. Questa decisione porterà alla neutralità climatica, il termine fissato per il 2050. La transizione prevederà: la richiesta dell'intervento di tutti i settori dell'economia, la costruzione di società equilibrate ed eque; la preservazione della competitività dell'Unione Europea. Gli obiettivi concordati, oltre al rispetto del limite di 2°C, prevedono il raggiungimento massimo delle emissioni il più presto possibile e si riconosce che i Paesi in via di

sviluppo necessiteranno di più tempo. Il conseguimento delle soluzioni rapide con le migliori conoscenze scientifiche, al fine di raggiungere un equilibrio tra le emissioni e il loro assorbimento alla seconda metà del secolo. Il contributo dei Paesi consiste nel presentare i Piani generali nazionali per l'azione del clima. Non sono però ancora sufficienti per rispettare gli obiettivi concordati sul contenimento delle temperature. Per fare in modo che gli obiettivi siano rispettati, gli Stati membri devono riunirsi ogni cinque anni per valutare i progressi collettivi e delineare i contributi a livello nazionale. I progressi compiuti vengono segnalati attraverso gli impegni presi con l'accordo per stabilire un sistema solido che si basa sulla trasparenza e la responsabilità. Inoltre, l'accordo ha previsto delle politiche di intervento per rafforzare la comprensione della società nell'affrontare le conseguenze dovute al cambiamento climatico. Inoltre, l'accordo riconosce l'importanza di contenere e minimizzare i danni e le perdite associate agli effetti negativi dei cambiamenti climatici. Sarà quindi importante la cooperazione per migliorare la comprensione e il sostegno di tutti i campi, da quello di prevenzione (allarmi rapidi) e la preparazione alle possibili emergenze. Gli altri attori che hanno un ruolo da coprotagonisti sono le città e le regioni. Essi sono invitati a sostenere le iniziative per ridurre le emissioni e a dimostrarsi resilienti per non essere vulnerabili agli effetti negativi del cambiamento, ma anche per mantenere la cooperazione regionale e internazionale. L'accordo è stato supportato dai Paesi sviluppati, ma anche gli altri paesi possono contribuire in maniera volontaria. Fino al 2025 si cercheranno di mobilitare almeno 100 miliardi di dollari all'anno. Il pacchetto di Katowice è stato adottato in occasione della Conferenza delle Nazioni Unite sul clima (COP24), e contiene le procedure e gli orientamenti in dettaglio delineati per rendere operativo l'Accordo di Parigi. Questo importante documento coprirà i settori più importanti, come la trasparenza, il finanziamento, la mitigazione e l'adattamento flessibile delle parti ad attuare le politiche di mitigazione. Inoltre, il

documento consente alle parti di rafforzare i contributi alla lotta contro i cambiamenti, operando in modo trasparente e completo. In questo contesto di intesa, l'Unione Europea è da sempre attenta allo sforzo internazionale alla lotta contro i cambiamenti, ma l'Accordo di Parigi è stato fondamentale per guidare concretamente i Paesi verso la transizione ecologica. I contributi determinati a livello internazionale hanno favorito il raggiungimento dell'obiettivo di riduzione delle emissioni di almeno 50% entro il 2030 rispetto ai livelli preindustriali (Balocco, 2021).

Un punto particolarmente chiaro dell'Unione è la cooperazione congiunta dei paesi membri che dovrebbero assumere l'impegno di rispettare i target fissati dall' Agenda 2030.

3.3 L'Agenda 2030

L'agenda di sviluppo sostenibile prevede 17 obiettivi definiti da un programma d'azione vincolante finalizzato a controllare lo sviluppo del pianeta nei prossimi anni. L'iter per adottare il documento è iniziato negli anni Settanta e solo nel 2015 è stato firmato da parte dell'Assemblea generale delle Nazioni Unite. L'Assemblea generale dell'Onu e i 193 paesi membri hanno sottoscritto e adottato il programma di azione per le persone, il pianeta e la prosperità. Gli obiettivi per lo sviluppo sostenibile sono inglobati in un grande programma d'azione che ha stilato 169 target. Sono obiettivi che mirano a completare gli Obiettivi di Sviluppo del millennio che li hanno preceduti. I SDGs (Sustainable development goals) condividono gli stessi obiettivi basati su un insieme di questioni cruciali come: l'eliminazione della fame e della povertà oppure il contrasto al cambiamento climatico. Essi riguardano tutti i pesi e tutti gli individui, perché bisogna cooperare per portare l'economia verso la sostenibilità.

Questo percorso è stato cominciato ufficialmente nel 2016, e si è monitorato l'andamento nel corso degli ultimi quindici. Secondo gli obiettivi, infatti, i Paesi raggiungeranno ciò che è stato stabilito

entro il 2030, se il percorso specifico delineato è stato rispettato. L'Agenda non nasce solo nel 2015, ma nel 1972 in occasione della Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente umano a Stoccolma, per definire i diritti della famiglia. Il tema del cambiamento climatico sarà toccato anche nel 1983, dopo la creazione da parte dell'ONU della Commissione mondiale per l'ambiente e lo sviluppo (nota come la commissione di Brundtland). Essa definisce lo sviluppo sostenibile come una necessità dell'uomo per sviluppare i bisogni attuali senza compromettere la possibilità alle prossime generazioni di soddisfare i propri. L'idea di sviluppare diciassette obiettivi di sviluppo sostenibile è stata approvata nel settembre 2011 durante la Conferenza delle Ong del Dipartimento dell'informazione pubblica delle Nazioni Unite a Bonn. Nel gennaio 2013 è istituito un gruppo di lavoro aperto e composto da trenta membri dell'Assemblea generale delle nazioni Unite che identifica gli obiettivi specifici e prepara una proposta esaminata durante la sessantottesima sessione dell'Assemblea generale nel 2014. Il segretario generale delle Nazioni Unite in carica allora Ban Ki-Moon sottoscrive gli obiettivi affermando, inoltre, che questo comporta l'unico piano per evitare catastrofi naturali causate dalla mano dell'uomo. Nel settembre del 2015 i 193 stati dell'assemblea Generale dell'Onu adottano l'Agenda 2030 "Trasformare il nostro mondo. L'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile", dove si delineano 17 obiettivi di Sviluppo sostenibile e 169 target.

Oltre che a programmare uno sviluppo sostenibile per il pianeta e le persone, l'agenda ha come obiettivo il rafforzamento della pace universale e l'incremento della libertà. Tuttavia, questi obiettivi non sono stati rispettati e, tra le critiche che sono state mosse, si ritiene che essi siano troppo elevati il rispetto dei 169 target. Inoltre, il contesto dei singoli paesi firmatari non concedeva la reperibilità delle risorse per mantenere il raggiungimento degli obiettivi. L'ampia gamma di questioni relative allo sviluppo economico e sociale comprende anche il problema della povertà, della fame e i diritti alla salute e all'istruzione, oltre che l'accesso all'acqua e

all'energia. Inoltre, si ritengono fondamentali obiettivi legati al lavoro, alla crescita economica e sostenibile e, infine, viene posta l'attenzione sulla tutela dell'ambiente e al cambiamento climatico. Si fa riferimento anche alle scelte per l'urbanizzazione, ai modelli di produzione e consumo e all'uguaglianza sociale per realizzare la giustizia e la pace. Il problema mosso all'Agenda e ai suoi target considera anche la contraddittorietà di alcuni obiettivi. Infatti, la crescita dell'occupazione e del settore del lavoro non è ancora realizzabile nei paesi dove vi è una riduzione del costo della vita. Inoltre, la crescita economica non è compatibile con gli obiettivi ecologici e con la promozione dell'uguaglianza sociale. Nell'Agenda viene però anche ritenuto fondamentale considerare le diverse realtà nazionali e la capacità dei livelli di sviluppo nel rispetto delle politiche nazionali (Balocco, 2021).

Le critiche mosse alla redazione dell'Agenda 2030 sottolineano che essi sono i successori dei Millennium Development Goals, che avrebbero dovuto portare già agli inizi degli anni 2000 l'eliminazione della fame, politiche di sostenibilità ambientale dei governi e la realizzazione di un partenariato globale. Per realizzare il cambiamento, questa agenda rappresenta un vero supporto, ma per molti rappresenta anche un'utopia, poiché durante il monitoraggio del 2020 molti degli obiettivi non sono stati rispettati. Infatti, i paesi in via di sviluppo firmatari non mantengono il passo prefissato. Risulta difficile per molti paesi accettare il concetto cardine dell'economia ecologica, ovvero il distacco dall'attribuzione al valore di mercato, secondo cui tutto può essere equiparato ad una misura economica. Questa economia sostenibile ancora "debole" può appunto rivelarsi un ostacolo all'azione. Per raggiungere gli obiettivi occorre anche cambiare la visione del mondo a tutti i livelli, poiché bisogna mantenere parallelamente una direzione pratica e una teorica. Questo movimento di cambio di prospettive dovrà essere portato avanti dalle istituzioni che concretamente possono giocare un ruolo fondamentale: le scuole, di qualsiasi ordine e grado e le altre istituzioni educative. Il tema

inerente all'istruzione è affrontato nell'obiettivo numero quattro perché riconosce l'investimento di un'educazione di qualità per diffondere l'idea di sostenibilità. Non è chiaro come, in termini pratici, si potrà integrare questa prospettiva all'interno dell'educazione, poiché la via per realizzare l'interdisciplinarietà è tortuosa, in quanto le discipline sono distinte le une dalle altre. Le iniziative per ovviare alla mancanza di fluidità delle stesse non mancano, considerato che i corsi di innovazione della didattica sostenibile sono numerose, ma resta difficile fare fronte alla visione antica di educazione. Un'altra contraddizione dell'Agenda è il fatto che ogni obiettivo è importante e non raggiungerne uno porterebbe a non attuare un vero cambiamento; perciò, si sottolinea come la collaborazione concreta di ogni Paese è fondamentale dato che la data di scadenza terminerà tra pochi anni (Belardinelli & Di Stefano, 2022).

3.4 La Conferenza ONU sul clima Cop 27. Quali risultati sono stati ottenuti?

La 27^a edizione della Conferenza ONU sul clima tenutasi a Sharm-El-Sheikh nel novembre del 2022 è stata chiusa con un accordo che istituisce un fondo *Loss and Damage*. Non vi è stata menzione per la richiesta dell'Europa di eliminare i combustibili fossili, stabilendo quindi un fallimento nei negoziati per sancire i nuovi accordi sull'ambiente. L'obiettivo rimane il contenimento della temperatura ad 1,5°C dai livelli preindustriali, e sottolinea che la transizione alle fonti rinnovabili e l'eliminazione dei sussidi alle fonti fossili resta un obiettivo da realizzare e su cui si continuerà ad investire. Non vi è un'eliminazione della produzione elettrica a carbone, ma soltanto una riduzione delle emissioni, comprese quelle dei combustibili fossili. Vi è quindi delusione per gli Stati membri dell'Unione, sia perché non è stato fatto abbastanza per compiere un vero passo verso la transizione ecologica e anche perché non sono stati fatti sforzi aggiuntivi da parte dei maggiori

paesi inquinatori per non favorire l'accelerazione delle emissioni. L'accordo *Loss and Damage* prevede risarcimenti ai Paesi vulnerabili che non sono stati responsabili delle emissioni. In particolare, vengono ripagati dei danni causati dal cambiamento climatico e ne usufruiranno tutti i paesi in via di sviluppo. I Paesi che contribuiranno ad erogare le risorse sono quelli considerati responsabili del cambiamento climatico, ovvero Canada, Australia, Nuova Zelanda, Giappone e Cina. I paesi in via di sviluppo a usufruire dei fondi saranno decisi dal comitato istituito in seno alla Cop27 che saranno comunicati alla Cop28. Tuttavia, per quanto riguarda la gestione dell'innalzamento delle temperature, si mantiene il picco delle emissioni al 2025, ma questa decisione non sarà facile da rispettare, perché i partner commerciali petroliferi, tra cui Egitto e Arabia Saudita non sosterranno l'impegno. È stato però lanciato anche il programma di lavoro sulla mitigazione, al fine di intensificare le azioni previste anche dall'Agenda 2030. Alla fine del 2023, i governi dovranno incrementare gli sforzi per ridurre gradualmente l'energia a carbone e, inoltre, anche l'eliminazione graduale dei sussidi inefficienti ai combustibili fossili. Questo testo riconosce, pertanto, che a causa dell'uomo il pianeta sta affrontando una crisi climatica senza precedenti e caratterizzata da azioni di alterazione permanente del clima. Da questa constatazione, deriva l'urgenza di trasformare rapidamente i sistemi energetici per la sicurezza, la stabilità e la resilienza e per avviare un'accelerazione verso la transizione pulita ed equa per passare alle energie rinnovabili durante tutto il prossimo decennio.

Infatti, con il report pubblicato da IPCC (2023), "*Adaptation options will become more constrained and less effective. At higher levels of warming, losses and damages will increase, and additional human and natural systems will reach adaptation limits. Integrated, cross-cutting multi-sectoral solutions increase the effectiveness of adaptation*" (IPCC AR6 SYR, p. 45). Ciò che emerge è l'importanza cruciale che avranno le decisioni orientate verso un adattamento al clima di domani, che si potranno mettere in pratica solo attraverso azioni di trasformazione in settori come

l'agricoltura, in particolare il sistema colturale. L'implemento di pratiche agro economiche, della produzione di energia termoelettrica e di produzione idroelettrica saranno fondamentali da attuare con l'aumento della temperatura dai 2°C gradi. In generale, spiega l'IPCC, con l'aumentare progressivo della temperatura, le perdite e i danni saranno sempre più ingenti, in particolare per le popolazioni più vulnerabili e povere. Già sotto i 1,5°C, le risposte di adattamento degli ecosistemi terrestri e statici saranno più difficili. Inoltre, è stata riconosciuta l'urgenza immediata di ridurre almeno del 43% le emissioni fino al 2030, rispetto, però, ai valori del 2019. Attualmente, la decarbonizzazione consente un taglio delle emissioni solo dello 0,3% (Balocco, 2022). Il Fondo di adattamento è stato riconosciuto dai governi che hanno concordato la strada da seguire per raggiungere l'obiettivo di resilienza dei paesi più vulnerabili. Gli impegni assunti sono di stanziare oltre 230 milioni di dollari per le comunità vulnerabili entro il 2030. Inoltre, il fondo prevede anche di arrivare a zero emissioni nette nel 2050, ma non bastano gli investimenti attuali poiché ne saranno richiesti almeno 4.000 miliardi di dollari all'anno (Balocco, 2022). Tuttavia, questa cifra non basterà per avviare una trasformazione globale verso un'economia a basse emissioni di carbonio. Gli investimenti dovrebbero essere di almeno 4 o 6 trilioni di dollari all'anno. Se la cifra verrà rispettata, la trasformazione sarà rapida e concreta, ma si dovranno coinvolgere governi, le banche centrali e commerciali, oltre che agli investitori finanziari.

La finanza, la cooperazione internazionale e le nuove tecnologie sono essenziali per l'azione sul clima. Il problema delle barriere poste dai mercati e dalle istituzioni internazionali vincolano l'azione concreta della politica di mitigazione e di adattamento. Perciò, è fondamentale che i finanziamenti destinati all'adattamento e per la mitigazione devono aumentare, al fine di diminuire i rischi crescenti dovuti all'incremento delle emissioni. Ciò che evidenzia il report è che esiste già la quantità sufficiente di capitale globale e di liquidità

disponibili per coprire “*the global investment gaps, given the size of the global financial system*” (IPCC AR6 SYR, p. 100). Esistono, tuttavia, degli ostacoli all’interno e all’esterno del settore finanziario globale, che impediscono l’utilizzo del sopraccitato capitale per l’aiuto delle società economiche vulnerabili. Infatti, dall’Accordo di Parigi non è stato ancora istituito il fondo da 100 miliardi all’anno per aiutare i paesi meno sviluppati nelle politiche relative al clima, essi non sono infatti autosufficienti per mantenere gli obiettivi di 1,5°C. I paesi sono sollecitati a mantenere quanto è stato accordato, anche con l’aiuto delle industrie e delle banche multilaterali che mobilitano i finanziamenti volti a raggiungere questo scopo.

Le ultime azioni promosse dalla Cop27 hanno riguardato il lancio di un pacchetto di 25 nuove azioni collaborative che riguardano cinque aree chiave: l’energia, il trasporto su strada, l’acciaio, l’idrogeno e l’agricoltura. Essi sono i settori che rappresentano oltre il 50% delle emissioni globali di gas a effetto serra, ma riguardano anche la progettazione per ridurre i costi energetici e il miglioramento della sicurezza alimentare. Inoltre, per fare fronte all’incremento dei fenomeni a carattere catastrofico, si è lanciato un piano da 3,1 miliardi di dollari per garantire a tutti gli abitanti del pianeta la protezione tramite sistemi di allerta precoce. Infine, per avviare alla transizione ecologica equa, i paesi di Danimarca, Finlandia, Belgio, Svezia, Slovenia; Irlanda e Svizzera insieme al Partenariato Indonesiano hanno mobilitato 105 milioni di dollari in nuovi finanziamenti anche per la protezione delle foreste ed evitare ulteriori degni (Balocco, 2022).

Le azioni proposte dalla Cop27 non sono state soddisfacenti e non permetteranno di ridurre le emissioni in modo concreto e neanche per avviare una politica della mitigazione. Infatti, essi non sono stati riflessi nel documento finale. Sono ancora molti i paesi che non accettano una prospettiva legata al cambiamento, anche perché i costi per rispettare questi impegni sono ingenti. Ancora una volta i paesi coinvolti sono stati chiamati ad essere cooperativi e a prendere parte attiva, ma la strada da fare è ancora lunga.

CAPITOLO 4. LA TEORIA DI GAIA: UN NUOVO APPROCCIO ALLO STUDIO DELL'AMBIENTE

L'autoregolazione del pianeta come un essere vivente autonomo e in grado di influenzare la propria temperatura è un aspetto poco conosciuto e non ancora diffuso dal punto di vista educativo. La Teoria di Gaia di James Lovelock non ha ancora trovato lo spazio necessario nel contesto culturale, ma essa rappresenta un importante cambio di prospettiva che la società deve adottare per meglio comprendere il ruolo all'interno degli ecosistemi. È quindi opportuno rendere consapevoli le giovani generazioni che non solo gli esseri viventi si adattano all'ambiente in cui vivono, ma anche l'ambiente stesso è in grado di modificare le sue strutture, in base agli esseri viventi che lo abitano. Anche le strutture dell'ambiente stesso vengono modificate in base all'influenza degli esseri viventi che lo abitano.

Considerati gli importanti fenomeni ambientali definiti dalla società come catastrofi naturali, si ritiene importante aumentare la consapevolezza che ogni ecosistema è collegato all'altro, e che la presenza dell'uomo ha avuto un impatto significativo su di essi. L'approfondimento ulteriore di questo aspetto riguarda ogni contesto ambientale e avrà importanti ripercussioni sul futuro della società, domandando nuove abilità e capacità di adattamento. È necessario portare all'attenzione dell'educazione sia le cause che hanno determinato il cambiamento climatico, ma è anche opportuno portare all'attenzione delle nuove generazioni un discorso etico per promuovere comportamenti armonici e in sintonia con l'ambiente di apprendimento.

4.1 La Teoria di Gaia

Più di sessant'anni fa, lo scienziato James Lovelock ha proposto alla comunità scientifica una teoria considerata dai più

sconvolgente, e perciò trattata con scetticismo e criticata dagli scienziati e accademici. Infatti, la teoria proponeva una visione diversa dalla prospettiva neo-Darwiniana, la quale sosteneva che la vita si adatta all'ambiente, e non considerava invece come anche l'ambiente si adatta alla vita che lo abita. Lovelock affermò, quindi, che il nostro pianeta è in grado di autoregolarsi come un organismo vivente. Di conseguenza, ogni ecosistema è in relazione con gli altri e con tutte le forme di vita. La composizione dell'atmosfera terrestre e della temperatura della superficie è mantenuta e regolata attivamente dalla biosfera, da ciò che gli antichi greci chiamavano *Gaia*. Negli ultimi secoli di cambiamento climatico, si è potuto vedere quanto un ambiente può cambiare a causa di una specie vivente che ne altera l'atmosfera, il suolo e l'idrosfera. Si possono riassumere gli atti di cambiamento climatico in due principali azioni catastrofiche: il soffocamento provocato dai gas ad effetto serra e la deforestazione delle foreste tropicali. Sono queste azioni che hanno causato i maggiori cambiamenti all'ambiente mai visti in milioni di anni, ma che si sono verificati, invece, in poche centinaia di anni. Prima che l'uomo diventasse una specie vivente in grado di influenzare così profondamente l'ambiente in cui viveva, la temperatura sulla superficie terrestre era determinata in particolare dal calore irradiato prodotto dal sole. Inoltre, il calore del sole è aumentato con l'invecchiamento di questa stella, ma le temperature della Terra rimasero sostanzialmente le stesse. Le foreste, gli oceani e gli altri elementi che fanno parte del sistema regolatorio di Gaia hanno fatto in modo che la temperatura sia stata mantenuta costante per favorire lo sviluppo della vita sulla Terra. Il riscaldamento globale è invece una diretta conseguenza delle azioni intraprese dell'uomo, che hanno cambiato notevolmente il sistema di regolazione della temperatura di Gaia. Il riscaldamento globale che sta preoccupando la comunità scientifica include, in gran parte, un calore aggiuntivo che proviene dall'estrazione e dall'abbruciamento dei carboni fossili. Sono queste le azioni che sono iniziate a partire dall'estrazione di questi materiali nel

diciannovesimo secolo. La combustione rilascia il metano, il diossido di carbonio e altri gas responsabili dell'effetto serra nell'atmosfera. Inoltre, essi assorbono il riscaldamento radiale, rimanendo incastrati nell'atmosfera. Non solo, ma il riscaldamento globale dipende largamente dalle proprietà dell'acqua, poiché allo stato solido, l'acqua forma sia il ghiaccio che la neve, che a loro volta riflettono la luce del sole, la quale ritorna indietro nell'atmosfera con un'azione raffreddante. Quando, invece, la luce del sole riflette e colpisce l'acqua allo stato liquido, il vapore acqueo nell'aria produce un potente gas ad effetto serra che intrappola il caldo nell'atmosfera. Nella cultura popolare vi è però confusione riguardo alla nascita del riscaldamento globale, il quale sarebbe originato dalle enormi quantità di calore necessarie per alterare lo stato dell'acqua. Invece, per sciogliere anche solo un grammo di ghiaccio richiede 80 calorie, che sono abbastanza per alzare le temperature di 1 ml di acqua a 80°C. Si può, quindi, immaginare quanto più caldo sarebbe stato il pianeta se il ghiaccio polare non ci fosse stato. La fusione dei ghiacciai causerà delle importanti modifiche alla geografia mondiale, perché i livelli dei mari si alzeranno, ma la natura è imprevedibile, e gli scenari prefissati possono ancora cambiare. Lovelock parla dunque di quanto sia necessario adattarsi e ripensare alle conseguenze che il cambiamento climatico potrebbe avere sulle società, per questo occorre che le nazioni si uniscano per garantire la continuità della vita di specie animali e piante. Non vi è solo la specie umana in pericolo, le sue azioni hanno causato mutamenti importanti anche sulla vita di interi ecosistemi, ma l'errore più grande dell'uomo è stato, ed è, quello di non ammettere la piena responsabilità di questi mutamenti, e di fingere indifferenza ai cambiamenti in atto. Si dovrebbe aspirare ad una "*partnership with the Earth*" (Lovelock, 2021), in grado di garantire un mondo vivibile; invece, la direzione sembra quella di portare l'ambiente naturale verso un nuovo stato nel quale gli umani non saranno accolti. L'esempio del recente virus COVID-19, causa di una nuova pandemia mondiale, è stato uno

dei *feedback* negativi che Gaia ha inviato alla specie che sta cambiando così profondamente i sistemi di regolazione dell'atmosfera (Lovelock, 2021).

La Teoria di Gaia è stata riportata all'attenzione della comunità scientifica per il successo delle previsioni e per avere generato un nuovo campo di ricerca scientifica, chiamato *Earth system science* (Donohue, 2009). La teoria è considerata, inoltre, in grado di portare una visione olistica sulle cause dei grandi eventi climatici avvenuti su grande scala, attribuiti alla presenza della vita sul pianeta. Lo studio di Lovelock e Margulis si basa sull'affermazione che la superficie della Terra è un sistema autoregolatore composto da tutti gli organismi viventi della Terra chiamati *biota*, come le rocce della superficie, gli oceani e l'atmosfera. Tutto ciò che interagisce con la superficie terrestre compone la totalità del sistema terrestre chiamato "Gaia". Inoltre, il clima della Terra è regolato dalle commistioni chimiche tra la superficie terrestre e l'atmosfera, i quali includono la composizione atmosferica di gas che reagiscono con l'acidità e l'alcalinità dell'atmosfera. Grazie all'azione di regolazione della Terra, le condizioni di vita sulla superficie terrestre sono rese possibili. Secondo Lovelock, Gaia mantiene il clima e la composizione chimica della Terra in omeostasi, ovvero preserva delle condizioni climatiche stabili che favoriscono le possibilità di vita favorevoli. Quando avvengono delle complicazioni, dovute a cause esterne o interne, questa stabilità subisce dei cambiamenti che portano ad una nuova condizione di equilibrio. La capacità di Gaia di auto-regolazione deriva dall'evoluzione, la quale sarebbe in grado di selezionare gli organismi viventi più adatti a vivere in un certo ambiente di vita. Di conseguenza, la specie considerata meno adatta a vivere in un certo ambiente verrebbe eliminata per il bene dell'ambiente stesso e per la sua sopravvivenza. L'intero sistema di Gaia si evolve come una sola identità, la quale però influenza l'evoluzione degli esseri viventi che la abitano. Per questo motivo, Lovelock afferma che l'evoluzione del biota sulla Terra è influenzata dall'ambiente

terrestre, il quale influenza, a sua volta, l'evoluzione dell'ambiente che ospita gli organismi viventi. Attraverso proprio la sua l'evoluzione, Gaia acquista la capacità di auto-regolazione. Non è però la stessa capacità posseduta dal sistema terrestre. La metafora del superorganismo nasce per esprimere la capacità di Gaia di auto-regolarsi e di organizzarsi (Lovelock, 2006). Inoltre, la teoria di Gaia va oltre l'ipotesi originariamente formulata da Lovelock e la co-fondatrice Lynn Margulis (1970), la quale sosteneva che: "*life on Earth actively keeps Earth's surface conditions always favorable for whatever is then the contemporary ensemble of organisms*" (Lovelock, 2006, p.162). In realtà, ciò che regola le condizioni climatiche sulla superficie terrestre non è la sola vita sulla terra, ma l'intero sistema di Gaia. La teoria non sembra avere confutazioni sulla sua tesi, ma alcune obiezioni sono state mosse per screditarla. Esse sostengono che esiste una mancanza di coerenza e di adeguatezza. In primo luogo, la prima obiezione sostenuta da Dawkins (1999) inizia facendo importanti osservazioni del mondo naturale dal punto di vista dell'evoluzione dei geni. Dawkins ha criticato, infatti, che la teoria manca della spiegazione sulla coerenza con la teoria dell'evoluzione tramite la selezione naturale. Infatti, la teoria di Gaia implica che ci sia un organismo vivente che si è adattato al suo territorio. Ma questa prospettiva andrebbe contro la teoria della selezione naturale di ogni organismo sostenuta da Darwin, il quale ha affermato che l'adattamento è il risultato della selezione naturale. I pianeti invece, non hanno una discendenza, e non possono riprodursi (Dawkins, 1999). Ovviamente, non si può presumere che Gaia sia effettivamente un organismo che si è adattato al suo ambiente, ma invece, che esso sia composto da organismi viventi e che quindi è formato dalla vita. Infatti, Gaia è una metafora che può aiutare nella comprensione della funzione dei suoi sistemi di regolazione. Infatti, la teoria afferma che Gaia sia un sistema che si adatta ai cambiamenti, ma non che sia un organismo che si adatta come le specie naturali (Lenton & Van Oijen, 2002).

In risposta alla critica di Dawkins, Lovelock ha sviluppato una teoria matematica per illustrare la capacità di regolazione climatica a partire dalla selezione naturale. Il modello *Daisyworld* (Lovelock, 1988) elabora un mondo ipotetico abitato da piante costituite da differenti caratteristiche: alcune hanno colori scuri, alcune sono chiare e altre hanno un colore intermedio tra il nero e il bianco, associabile al grigio. Queste ultime sono le potenziali “truffatrici” che alterano la regolazione del sistema. Ponendo come presupposto che le radiazioni solari sono aumentate nel corso dei secoli, Lovelock ha dimostrato come la selezione delle piante ha portato alla regolazione della temperatura del pianeta. In generale, le piante potevano sopportare una temperatura da 5°C a 40°C, e le condizioni ottimali di sopravvivenza erano fissate a 20°C. La temperatura di questo pianeta è determinata dalla sua albedo, ovvero dalla capacità di una superficie di riflettere la luce. Le piante scure hanno una capacità di rifrazione della luce minore e le piante chiare hanno una capacità di rifrazione della luce maggiore. Le specie di piante chiare soffrono quando le temperature diminuiscono, mentre le piante scure non sopportano le temperature elevate. Le piante grigie, invece, sopportando bene entrambe le temperature, non causano un disequilibrio del sistema, poiché sono in grado di regolazione interna. Al contrario, le piante scure e chiare causerebbero un cambiamento nel sistema di regolazione della temperatura, poiché non sono in grado di autoregolazione della loro temperatura interna. Il modello è stato usato per spiegare come la selezione del bioma influenzi la regolazione del clima (Wilkinson, 1999).

La seconda obiezione mossa da Doolittle, teorico dell'evoluzione, accusa la teoria di non essere coerente con la teoria darwiniana di evoluzione delle specie attraverso la selezione naturale. Infatti, il sistema Gaia possiederebbe già il bioma necessario per regolare l'intera pianeta. Il bioma posseduto da Gaia, tuttavia, avrebbe anche la capacità di distruggere un altro ambiente per i propri interessi, anche se questo potrebbe rappresentare un ostacolo alla

continuazione di Gaia ad essere un organismo autoregolato. L'obiezione mossa alla teoria afferma che le singole specie avrebbero potuto acquisire la capacità di contribuire all'autoregolazione di Gaia solo attraverso la selezione naturale. Tuttavia, secondo la teoria darwiniana, la selezione avverrebbe su un piano individuale, per fare avvenire un adattamento della specie al proprio ambiente naturale. Perciò, non sarebbe possibile affermare che le specie vengono selezionate solo per la continuazione dell'autoregolazione di Gaia. Le specie, infatti, vengono selezionate sul piano individuale per adattarsi all'ambiente durante tutte le sue modificazioni, altrimenti, una specie non potrebbe vivere in un ambiente per cui non è stata selezionata (Doolittle, 1981). Ciò che la teoria contempla, in risposta a quest'ultima obiezione, riguarda il fatto che i tratti delle specie, attraverso la selezione, contribuiscono alla regolazione di Gaia e possono essere acquisiti proprio dalla selezione naturale. Infatti, questi tratti non sono acquisiti soltanto per facilitare l'autoregolazione di Gaia, sono essi stessi dei prodotti della selezione naturale.

Altre obiezioni mosse alla teoria di Gaia dimostrano che essa sia un costrutto scientifico plausibile e che si possano considerare le implicazioni che la teoria ha avuto per l'antropocentrismo (Donahue, 2009). Dalle analisi emerse sulla teoria di Gaia svolte negli ultimi anni, si deduce che la teoria è stata fortemente criticata dalla comunità scientifica, poiché non è mai stata considerata l'influenza che il bioma ha sulla regolazione del pianeta. Inoltre, non è stato preso in considerazione l'impatto che le specie hanno avuto, e hanno tutt'ora, sulla capacità di regolazione del pianeta. Gli organismi viventi e il pianeta sono sempre stati considerati su un piano evolutivo indipendente l'uno dall'altro. La teoria di Gaia, invece, spostò l'attenzione sulle relazioni esistenti tra le specie animali e vegetali e la capacità di regolazione del pianeta. Barbiero (2023) attribuisce la sopravvivenza degli organismi sulla Terra alla capacità di regolazione della temperatura di superficie

terrestre, oltre che alla sua composizione chimica nell'atmosfera. È dunque questa capacità del pianeta che preserva la vita, e lo si può vedere dallo stato liquido dell'acqua, che rende il pianeta vivibile, poiché esso dà origine ad un ciclo che favorisce lo scambio di acqua in diversi stati. L'atmosfera, inoltre, ha un ruolo importante in quanto la sua composizione chimica è formata sia da azoto che da ossigeno, ma le molecole sono quasi tutte di origine biologica. La fotosintesi clorofilliana, ad esempio, è una capacità messa in pratica dagli organismi della superficie terrestre che consiste in un processo di alterazione del ciclo biogeochimico del carbonio. L'ossigeno emesso nell'atmosfera costituisce un prodotto di scarto di questo processo, ed è accumulato nell'atmosfera terrestre, permettendo un passaggio da un'atmosfera anaerobia ad un'atmosfera aerobia. La fotosintesi delle piante è considerato un fattore di riduzione dell'anidride carbonica nell'atmosfera, oltre che ad un fattore che contribuisce alla riduzione dell'effetto serra grazie all'azione rinfrescante della superficie terrestre. L'altro componente chimico dell'atmosfera è l'azoto, considerato anch'esso un prodotto di scarto derivato dalla denitrificazione. L'azoto è un prodotto di scarto che deriva in parte dalla composizione del corpo di un essere vivente, il cui fine è la messa in circolo degli elementi chimici dell'organismo. Sono i batteri che, in seguito, svolgono il lavoro di denitrificazione, liberando le molecole nell'atmosfera. La presenza di azoto è rilevante in quanto mantiene la pressione atmosferica costante, ed insieme alla temperatura mite, si favorisce il mantenimento dello stato liquido dell'acqua (Barbiero, 2023). Si può quindi dedurre come ogni processo relativo alla vita degli esseri viventi ricade direttamente o indirettamente sulla regolazione dell'atmosfera, la quale influisce la qualità della vita sulla superficie terrestre. Sempre Barbiero (2023) definisce Gaia come “un sistema termodinamicamente chiuso, attraversato cioè da flussi di energia e capace di riciclare completamente la materia” (Barbiero, 2023, p.3).

Il riciclo di materia sembra quindi uno dei cardini che regolano l'azione di autoregolazione di Gaia. Gli scambi che avvengono tra la superficie e l'atmosfera coinvolgono tutti gli ecosistemi e ha ricadute su ogni specie vivente che abita il pianeta. La teoria di Gaia considera queste relazioni che avvengono tra gli ecosistemi, come parte di un unico organismo autoregolante, capace di preservare delle condizioni adeguate a garantire lo sviluppo della vita. La composizione chimica e fisica dell'atmosfera è influenzata dal comportamento degli organismi viventi.

L'intero sistema Gaia è quindi basato sull'omeostasi, ovvero la capacità di un organismo di mantenere costanti le condizioni chimico-fisiche interne, nonostante il variare delle condizioni ambientali esterne. Questo processo avviene grazie i meccanismi autoregolanti a cui partecipano tutti gli apparati del corpo. La prospettiva adottata si focalizza sul fatto che l'omeostasi sia una delle caratteristiche degli esseri viventi. La teoria considera che Gaia sia un superorganismo vivente, poiché gli ecosistemi che la compongono contribuiscono a procurare stabilità del sistema. L'omeostasi consente, ad esempio, di preservare una temperatura adeguata allo sviluppo della vita, nonostante il calore esterno aumenti nel corso del tempo. La teoria analizza, inoltre, il ruolo degli esseri viventi nel sistema di Gaia. In ogni ecosistema vi sono i batteri, i quali garantiscono al sistema di continuare ad esistere. I tre gruppi che compongono i batteri sono i produttori di ossigeno, o fotosintetici, i respiratori di ossigeno e i fermentatori, che producono metano attraverso la decomposizione della materia. I batteri consumano la materia e ne traggono energia (consumatori) ed emettono i gas nell'atmosfera (fermentatori). Questo processo è essenziale per mantenere e regolare le caratteristiche chimiche e fisiche del pianeta. La vita, quindi, non agisce su piani individuali influenzando solo il proprio ecosistema, ma ogni essere vivente crea ed influisce sull'ambiente in cui vive, il quale influirà a sua volta sugli ecosistemi circostanti (Angelini, 2008).

4.2 Educazione e ambiente

Le istituzioni scolastiche hanno un ruolo essenziale nella risposta al cambiamento climatico (UNESCO, 2023). L'educazione ambientale per anni cerca di portare in equilibrio la delicata relazione tra gli uomini, la società e l'ambiente, identificando i problemi che possono ostacolare alla realizzazione di percorsi adeguati a comprendere la crisi climatica. L'educazione al cambiamento climatico non si ferma ai problemi ambientali che stanno affliggendo la superficie terrestre e l'atmosfera, ma vuole sottolineare l'incertezza del futuro, i rischi e i rapidi cambiamenti. Le politiche educative hanno quindi da ritenere due concetti chiave per definire una linea di azione chiare: l'educazione e l'ambiente. Questi due concetti sono legati a interessi sociali, politici ed economici, considerando che l'educazione è controllata dalle ideologie politiche e per questo essa è uno strumento per formare le società. Attualmente, a livello mondiale i governi seguono un'ideologia politica ed economica basata sul capitalismo. Questa linea comune è di ostacolo alla realizzazione delle politiche che propongono obiettivi legati alla sostenibilità e all'ambiente. È caratteristico della scuola assumere il ruolo di essere una struttura sociale a cui è stata conferita una posizione dominante, per cui assicura anche una sottomissione all'ideologia corrente. Le istituzioni scolastiche seguono le prospettive che i governi adottano. In particolare, il capitalismo neoliberale, considerato un fenomeno su scala globale, sta aumentando le ineguaglianze su scala nazionale e globale e diminuisce la responsabilità democratica anche nelle scuole. Per questi motivi, l'educazione non integrerà con facilità, nei programmi e nei curriculum, il problema del cambiamento climatico, poiché sono temi che non sono presi in considerazione nella dottrina del neoliberalismo. Solo a livello locale, e attraverso le iniziative delle comunità scolastiche, si possono ideare opportuni percorsi didattici. Gli insegnanti, gli educatori e le organizzazioni hanno sviluppato in rete numerose

contribuzioni e corsi online per promuovere la formazione sul piano di mitigazione e adattamento al cambiamento climatico. Non sono però attività che sono legate ai problemi di natura sociale connessi con il cambiamento climatico, il quale tocca anche problemi di etica, giustizia e disuguaglianza nel ricadere sui popoli con meno responsabilità in esso come paesi poveri, popolazioni indigene e i giovani (Singh, 2021). La formazione riguardante gli insegnanti è fondamentale per sviluppare in essi la capacità di ragionare e di valutare la qualità dell'informazione da proporre a propri studenti. Queste competenze sono richieste in questa società che si trova ad affrontare una grande quantità di informazioni ogni giorno attraverso ogni dispositivo disponibile. Educare è un processo influenzato dalle ideologie dei paesi nei quali si sviluppa ed assume le stesse strutture di pensiero. I saperi accademici, come le scienze, sono altrettanto influenzate dalle numerose sfere intellettuali dalle quali sono interpretate e dipendono anche da fattori sociali, economici e politici.

È opportuno portare nelle scuole più consapevolezza nel distinguere le informazioni tra loro, sviluppare un senso critico di interpretazione, al fine di trovare un senso comune a ciò che si legge, si ascolta e si vede, per poi prendere una decisione consapevole e ponderata. Sviluppare la consapevolezza e il senso critico è quindi una sfida da sostenere per dare agli studenti la possibilità di comprendere il senso delle notizie con cui si trovano a contatto ed evitare di cadere in confusione.

Il ruolo dell'insegnante è fondamentale nel processo che porta allo sviluppo della consapevolezza climatica e ambientale. Gli obiettivi sono quelli di realizzazione di un dialogo che porti lo studente a ragionare sulla natura dei cambiamenti climatici, nel riconoscerli, e comprendere in quali aree del pianeta si manifestano influenzando la vita di altre comunità. La formazione degli educatori non è scontata, perché questa consapevolezza non appartiene a tutte le comunità. Infatti, le regioni più colpite da ingenti problemi ambientali e dall'inquinamento si trovano nelle aree povere del

pianeta, nelle quali le multinazionali hanno contribuito a provocare dei crimini ambientali. In questi paesi risultano anche assenti le opportunità di elaborare strategie di educazione mirate per sviluppare la consapevolezza dei problemi ambientali. Per questo motivo, l'educazione e l'azione degli insegnanti deve essere sostenuta da strutture sociali che fanno riferimento al campo tecnologico, scientifico ed economico, ma senza escludere l'aspetto sociale ed etico. L'educazione ambientale deve perciò essere sostenuta e promossa da un contesto che si preoccupa di educare alla conoscenza e alla sensibilità su questo tema. I valori della stessa scienza che vengono trasmessi alle generazioni future dovrebbero essere riconsiderati, per restituire all'umanità una visione olistica e completa delle interazioni tra gli ecosistemi. Attraverso l'educazione, infatti, si può portare l'attenzione dei più giovani verso la consapevolezza che gli essere umani non possono non considerare il legame profondo con la natura, perché essa è parte del nostro ambiente. Anche la cultura è parte del nostro ambiente ed è impossibile slegare il concetto di cultura con il concetto di natura, poiché un popolo dovrà sempre fare i conti con l'ambiente in cui vive e, di conseguenza, stabilirà abitudini, valori, norme che avranno a che fare con il proprio ambiente culturale. L'agire educativo dovrebbe assumere come obiettivo primario portare la consapevolezza che lo sviluppo sostenibile è possibile, adottando una prospettiva critica nei confronti della gestione del tema da parte delle forze politiche. È necessario, quindi, ripensare alle decisioni prese in questo ambito e riconsiderare le scelte nella proposta di questi temi nelle scuole e nel dibattito sociale. Si considera che l'emancipazione culturale, portata dalla libera discussione e divulgazione dei temi scientifici, sia la strada adeguata a portare maggiore consapevolezza. Si ritiene necessario, in ambito scientifico, ricondurre la vita dell'essere umano in contatto con la natura, con il proprio contesto ambientale, implicando anche le relazioni sociali e psicologiche, le quali determinano lo stato di salute e benessere di una persona (Mejía-Càceres et al., 2023).

Secondo il pedagogista Paulo Freire, è fondamentale che sia gli educatori, che gli alunni possano dialogare e scambiarsi i rispettivi punti di vista, riflettendo insieme sui concetti di natura, cambiamento e adattamento (Freire, 2016). La prospettiva che egli propone è un'educazione che si possa aprire alla discussione e al dialogo costruttivo, al fine di promuovere la capacità di indagare e di interrogarsi sul mondo naturale circostante. Infatti, è soltanto tramite le attività pratiche di sperimentazione che gli alunni possono davvero comprendere le dinamiche relazionali che sottostanno agli ecosistemi. L'applicazione del pensiero logico è quindi un'importante acquisizione che permette all'uomo di interrogarsi e di mettere in discussione gli eventi, cercando una risposta tramite la ricerca. Inoltre, la ricerca e l'approfondimento della conoscenza, portano l'arricchimento del sapere comune della società che verrà trasmessa alle generazioni future. L'educazione assume il compito fondamentale di mediare la relazione tra l'uomo e la natura, basata sul rispetto reciproco e sulla gratitudine (Noguera, 2004). I processi di educazione sono, inoltre, regolati dalle pratiche dialogiche, che permettono agli insegnanti e agli alunni di interagire e di trovare dei significati. Grazie al dialogo, si possono trovare soluzioni condivise e si possono analizzare insieme le cause e le conseguenze degli eventi che accadono nel nostro contesto sociale, culturale e ambientale. Tuttavia, lo scambio di prospettive sul cambiamento climatico è sempre stato dominato da un "anti-dialogo" (Freire, 2020), che ha visto l'imposizione di una teoria dominante su un'altra e che non ammette repliche, negando anche l'evidenza dei fatti. L'anti-dialogo non è comunicazione, è un'imposizione di una teoria su un'altra che non porta ad un vero apprendimento. L'insegnamento dei concetti è invece basato sullo scambio libero e dovrebbe essere contro l'alienazione o la domesticazione, al fine di promuovere la riflessione e la promozione di una cittadinanza attiva.

Il tema del cambiamento climatico è profondamente implicato nella percezione dell'uomo verso il suo ambiente naturale. A causa

degli eventi estremi che sempre più frequentemente si stanno manifestando sulla Terra, è opportuno che il tema sia introdotto nelle scuole per avviare alla conoscenza delle cause che portano ad un'alterazione significativa e repentina del clima terrestre. Innanzitutto, ogni aspetto della vita quotidiana è implicitamente o esplicitamente toccato dal cambiamento climatico. Le comunicazioni, i trasporti, la salute, l'agricoltura e l'industria sono continuamente affetti dai cambiamenti climatici e, a loro volta, essi hanno un effetto sul clima. Si è innescato un circolo vizioso di conseguenze reciproche che hanno impattato significativamente sul clima e sulla vita quotidiana degli esseri viventi sulla Terra. L'educazione è chiamata, infine, al compito di rendere espliciti questi cambiamenti e queste relazioni tra ecosistemi apparentemente slegati, ma che, in realtà sono legati da conseguenze che avranno ripercussioni sui processi di adattamento, mitigazione e organizzazione delle politiche ambientali (Ball, 2006).

4.3 La voce delle nuove generazioni

Negli ultimi anni si è assistito all'aumento delle proteste a favore del clima da parte delle giovani generazioni. Questa nuova consapevolezza è nata grazie alla crescente attenzione della comunità culturale ad azioni, talvolta radicali, da parte di attivisti, che si sono svolte in luoghi di interesse culturale o politico. Queste proteste hanno sviluppato un effetto simbolico ma che hanno contribuito alla discussione pubblica, proprio perché queste azioni sono state notate dalla comunità. Questi interventi hanno avuto conseguenze dirompenti e simboliche, ma l'obiettivo è sempre di interessare l'opinione pubblica alla crisi climatica. Si può parlare di una disobbedienza civile, che si basa sul superamento dei limiti della legge, ma controllata (Keller, 2023). È fondamentale che le proteste a favore di un tema così importante abbiano luogo, in quanto è grazie anche ad atti di protesta che si guadagna

l'attenzione delle autorità politiche per intervenire su un tema così delicato. Inoltre, è diritto fondamentale della democrazia, dare voce a chi chiede che siano rispettati i loro diritti. L'azione di protesta è la modalità adottata dalla popolazione di uno stato democratico per fare in modo di chiedere il rispetto dei diritti. Infatti, le conquiste democratiche non sono state ottenute da una volontà giunta dall'alto, ma dall'azione della popolazione che si è impegnata nel richiedere il rispetto dell'impegno preso dal governo (Elmahdi, Lichtsteiner, Kern & Pisani, 2023).

Dare la possibilità di esprimersi a scuola e in altri contesti sociali è fondamentale per il bambino, il quale impara a relazionarsi con i temi che fanno parte del suo contesto culturale.

La promozione della sostenibilità ambientale ed economica rappresenta un obiettivo che le scuole devono sviluppare nei programmi, al fine di rendere partecipi i giovani su questi temi. Infatti, le giovani generazioni mostrano un atteggiamento consapevole e maturo nei confronti dell'ambiente e della sua difesa, in quanto esse sono già abituate a ragionare nell'ottica di comportamenti adeguati e rispettosi dell'ambiente. Lo sguardo educativo della scuola deve essere rivolto all'insieme di discipline tecniche, conoscenze economiche e ambientali per preservare l'ambiente in cui vivono. Essi sono consapevoli che le loro azioni hanno una conseguenza, e che sia fondamentale agire insieme per fare ascoltare la loro voce. Lavorare a scuola sull'abitudine a ragionare sui nessi di cause-effetto è funzionale ad apprendere ed a contestualizzare le decisioni e i comportamenti da adottare, in un'ottica di sostenibilità dei propri cicli di vita. La scuola è il primo luogo in cui il bambino apprende le modalità tramite le quali relazionarsi con i propri compagni e con l'insegnante, comprendendo il legame tra il proprio comportamento e quello collettivo e acquistando le competenze necessarie per costruire e gestire le decisioni di vita. La scuola di oggi dovrebbe assumere sempre di più il ruolo di luogo in cui all'interno si impara ad

esprimersi per partecipare attivamente ai diversi dibattiti culturali per affrontare le sfide della società (Parricchi, 2021).

Lo scorso 20 marzo IPCC Panel Focal Point per l'Italia ha realizzato l'ultimo volume nel quale sono racchiuse le azioni urgenti da realizzare nell'immediato per garantire un futuro vivibile per tutti. La chiave per garantire un futuro alle generazioni successive consiste nello sviluppo resiliente del clima. Le azioni da realizzare dovranno, tuttavia, essere di adattamento ai cambiamenti climatici, al fine di ridurre le emissioni a gas serra. Ciò comporterà una scelta da parte dei paesi aderenti che consisterà favorire l'accesso da parte della popolazione ad energie pulite, all'elettrificazione a bassa emissione di carbonio, favorire la scelta di spostamenti green, ovvero prediligere i mezzi pubblici o a basso impatto. Lo sviluppo resiliente al clima sarà una scelta impegnativa all'aumentare del riscaldamento globale, per tale motivo, l'IPCC Panel Focal Point raccomanda ai paesi di fare queste scelte adesso, per fare in modo che esse abbiano un ruolo cruciale nella decisione del futuro delle prossime generazioni. L'interconnessione che lega il clima con gli ecosistemi è un aspetto fondamentale poiché essi sono influenzati dagli organismi viventi che abitano la terra. È perciò nelle aree urbane che bisogna intervenire per attuare delle misure efficaci per contenere le emissioni di gas serra. La priorità è di diffondere sia nelle nuove generazioni che nelle comunità attuali il concetto di collaborazione, fiducia e di adattamento anche per aiutare le comunità che incontreranno difficoltà in futuro, ma soprattutto per favorire uno sviluppo sostenibile e consapevole. (Buonocore, 2023).

CAPITOLO 5. UNA LETTERA DA GAIA: UN PROGETTO DIDATTICO PER LA SCUOLA PRIMARIA

Le attività proposte dal progetto didattico che segue vogliono portare i bambini a ragionare sulle cause e conseguenze delle azioni umane sull'ambiente, al fine di promuovere i concetti di origine del cambiamento climatico, di effetto serra e sull'origine dello scioglimento dei ghiacciai. I bambini sono portati naturalmente a riflettere e a trovare soluzioni, impiegando il pensiero riflessivo e deduttivo. Portare i bambini ad immergersi in situazioni concrete e reali fa parte di un percorso didattico che vuole coinvolgerlo attivamente, per stimolare in lui l'interesse per ciò che egli può realmente mettere in atto come essere umano e come futuro membro della comunità. Per questo motivo, seguendo il filo narrativo del racconto e attraverso l'interazione con il personaggio mediatore di Gaia, l'alunno scopre e si appropria dei concetti fondamentali relativi al clima, al tempo, all'atmosfera e riflette sull'importanza dei comportamenti di adattamento e collaborazione.

5.1 Il quadro teorico di riferimento

Il progetto presentato ha la funzione di aumentare la consapevolezza nelle nuove generazioni sull'importanza di conoscere e preservare l'ambiente, nell'ottica di sviluppare la capacità di osservazione e di elaborazione di strategie utili per interpretare i fenomeni dei cambiamenti climatici, comprese le loro cause e conseguenze. Il progetto si pone in linea con gli Adattamenti delle Indicazioni Nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo di istruzione. Infatti, il progetto pone una particolare attenzione ai cambiamenti climatici, identificando quelle attività umane che contribuiscono a trasformare il territorio

e l'ambiente di flora e fauna. Inoltre, si vuole sviluppare anche una coscienza ambientale che fa riferimento alle pratiche di salvaguardia e responsabilità nei confronti dell'ambiente in cui vivono. Si rivela necessario “condurre gli allievi alla consapevolezza che i cambiamenti sono in gran parte determinati dall'attività umana, con le conseguenze che ciò comporta in ordine alla responsabilità di ciascun cittadino” (Adattamenti, p. 26).

Le attività, inoltre, portano i bambini a riflettere sui propri e altrui comportamenti e di come essi abbiano delle conseguenze dirette sull'ambiente che abitiamo.

Il presente progetto si ispira al principio enunciato da Lovelock e Margulis “Atmospheric homeostasis by and for the biosphere: the Gaia hypothesis” (1974). Gli autori sostengono l'ipotesi secondo la quale l'insieme totale delle specie viventi sulla Terra che costituiscono la biosfera possano agire come un singolo organismo, condizionando la capacità di autoregolazione del pianeta stesso, ovvero la composizione chimica dell'atmosfera e il suo clima. L'ipotesi di Gaia enuncia, inoltre, che la biosfera abbia un sistema di adattamento in grado di mantenere in omeostasi la Terra. Questa entità vivente è indicata come l'insieme di tutte le parti che compongono la biosfera e che interagiscono attivamente tra loro. Le due componenti, atmosfera e bioma, interagiscono scambiandosi energia sotto forma di ossigeno, anidride carbonica, cibo e acqua, condizioni necessarie per continuare i cicli di vita sulla superficie. La teoria presenta una visione olistica dei legami tra la vita sulla superficie terrestre e l'atmosfera. I flussi di entropia emessi dalla Terra vanno ben oltre i legami tra i differenti ecosistemi terrestri, poiché essi raggiungono lo spazio sotto forma di radiazioni infrarosse. La presenza della vita sulla superficie terrestre ha fortemente impattato la composizione chimica dell'atmosfera. Il modello di una Terra senza vita invece, propone di osservare le conseguenze sull'atmosfera, in termini di disequilibri chimici, come ad esempio il disequilibrio della concentrazione di ossigeno e di azoto. Il pianeta avrebbe una composizione chimica

atmosferica che ricorderebbe quella di Marte e di Venere. Lovelock e Margulis ipotizzano che sia la nozione di omeostasi ad avere avuto un ruolo nei cicli dei gas dall'atmosfera alla superficie terrestre. La biosfera ha invece avuto un ruolo passivo nell'influenzare i cicli biogeochimici dell'aria. Se il bioma vivente avesse contribuito attivamente a cambiare questo sistema di scambio, come avrebbe potuto rimanere stabile senza l'azione di omeostasi? (Lovelock & Margulis, 1974).

Il processo educativo promosso dal progetto permette di sperimentare sul campo delle attività che hanno richiesto sia la capacità di riflessione e di discussione insieme agli alunni, ma anche di pensare a come migliorare la professione insegnante. Si è cercato di non utilizzare modalità trasmissive, ma di portare gli alunni a prestare attenzione agli eventi e ai fatti che venivano presentati, tramite la lettura di un racconto. L'educazione ambientale si è avvalsa di tecniche diverse, tra cui l'ascolto, l'osservazione, il ragionamento, la riflessione e giochi, per prendere sempre più consapevolezza del ruolo che un giorno si occuperà nella società. Il progetto ha permesso di approfondire l'educazione ecologica, attraverso la proposta di tante attività che hanno guidato la classe verso la comprensione delle tematiche trattate. La pratica educativa baserà sul contesto di svolgimento, in quanto "la pratica educativa ecologica prevede una perfetta aderenza al contesto di svolgimento dell'attività" (Angelini & Pizzuto, 2007). La pratica educativa non può, quindi, non avvalersi del contesto culturale, naturale e sociale all'interno del quale si svolge l'apprendimento. La pianificazione, l'elaborazione e la programmazione delle attività didattiche si inseriscono all'interno del contesto, il quale non sarà mai lo stesso per ogni classe, ma proprio per questo esso costituisce una grande ricchezza e pluralità di realtà. Non esistono metodi preconfezionati di conduzione dell'apprendimento, perciò è peculiare della professionalità insegnante fare in modo che la ricerca sia basata sulla conoscenza delle tematiche che intende presentare e sulla conoscenza degli alunni. L'educatore, di conseguenza, sceglie il

percorso che sarà più congeniale per sperimentare le attività, osservando gli alunni durante il processo educativo, cercando di valorizzare le abilità ciascuno adattando, modificando il contesto alle possibilità di ogni alunno. L'analisi e l'osservazione delle concezioni iniziali è indispensabile per avere presente il contesto culturale di partenza del bambino. Non, solo, è opportuno considerare quale siano i concetti poco chiari o distorti a partire dall'analisi della situazione iniziale, in questo modo, l'azione didattica sarà orientata a colmare le lacune.

Il progetto si basa sulla ricerca e l'osservazione dei fenomeni naturali legati ai cambiamenti climatici, al fine di portare gli alunni a comprendere le connessioni che legano gli esseri viventi al loro ambiente. Agli alunni sono state proposte attività che esplicitano il ruolo degli esseri viventi nel loro contesto naturale, opponendosi all'indagine tramite un pensiero lineare, ma preferendo la logica circolare che si basa sulla ricerca e la riflessione delle connessioni che lega una vita al suo contesto. Questo tipo di ricerca si basa sugli studi dell'epistemologia batesoniana, in quanto si afferma che possa esistere un altro modo per indagare il reale, il quale è basato sulla ricerca delle relazioni e sulla contestualizzazione degli eventi (Angelini, Pizzuto, 2007). Bateson (1984) ha spostato l'attenzione su quale sia la struttura che connette le strutture viventi, introducendo l'approccio al confronto per indagare eventi, strutture ed esseri viventi che compongono il mondo naturale. Egli, infatti, concettualizza l'approccio alla scoperta attraverso tre tipi di connessioni chiamate di primo, secondo e terzo ordine. La tesi sostenuta riguarda il fatto che la struttura che connette è una metastruttura, ovvero vi è una connessione tra la struttura dell'ambiente con le creature che lo abitano. Inoltre, Bateson non trascura l'importanza delle storie come strategia umana per comprendere il mondo e il reale. Il mondo è fatto di storie e l'uomo adotta queste modalità per raccontare i fatti, gli eventi e per ritrovare delle connessioni agli eventi che osserva. "Pensare in termini di storie" è per Bateson una pratica comune a tutte le menti

e perciò un modo efficace per presentare la realtà all'alunno e tutti gli eventi e le connessioni che compongono il mondo naturale (Bateson 1984).

5.2 L'approccio metodologico

La metodologia del seguente progetto è fondata sulla prassi riflessiva, intesa come azione che coinvolge sia l'osservazione che la riflessione per migliorare il processo di apprendimento e insegnamento. Queste due azioni sono insite nella pratica della ricerca-azione (Lewin, 1946), in quanto essa permette di migliorare sia la pratica educativa che la consapevolezza professionale dell'insegnante. Riflettere sulla pianificazione delle attività del progetto richiederà una conoscenza sul contesto di svolgimento delle attività, le quali vengono proposte in seguito. Il processo della ricerca-azione promuove nell'insegnante la consapevolezza che ogni azione didattica ha come obiettivo di migliorare il modo di interpretare azioni ed eventi, al fine di trovare in essi una causa e una possibile conseguenza. Per questo, è opportuno non fermarsi alla sola osservazione dei fenomeni, ma occorre andare oltre ponendosi le domande opportune per indagare gli eventi presentati. Alla pratica della ricerca-azione si accompagna la ricerca attraverso il *problem-solving*, la tecnica che consiste nella riflessione e nella ricerca delle possibili soluzioni ad un dato problema. Questa strategia richiede, inoltre, di saper analizzare un problema, comprenderlo e di trovare delle soluzioni adeguate, dopo una raccolta dei dati inerenti alla situazione problema. L'azione riflessiva permette di trovare tante soluzioni differenti al problema iniziale. Un altro aspetto della ricerca-azione chiede di analizzare il lavoro svolto in classe e i risultati ottenuti dalle attività degli alunni questo permette di aumentare la consapevolezza del lavoro svolto in classe, al fine di sviluppare le attività seguenti su ciò che è emerso durante le attività precedenti. Perciò, l'osservazione è un'azione fondamentale che mira a raccogliere dati mentre le attività si stanno

svolgendo, per permettere all'insegnante di mantenere uno sguardo di insieme sulle attività proposte e di prefigurare i possibili sviluppi. Questa fase è parte della teoria elaborata da Lewin, in quanto si prevede che vengano raccolti dati pertinenti alla ricerca svolta, al fine di ideare una nuova pratica che permetta di procedere nei processi di apprendimento e insegnamento.

La ricerca azione consiste prevalentemente nel rinforzare l'aspetto pratico della conoscenza piuttosto che focalizzarsi esclusivamente sulla sua produzione. La pratica consiste nel permettere alla classe di formulare domande per iniziare una discussione proficua per generare idee e diverse modalità di pensiero. In questo modo, si può lasciare che il tema di discussione sia esplorato dallo studente con più libertà e anche con un maggiore interesse nei suoi confronti. Elliott considera che la qualità dell'apprendimento è dipendente dalla relazione tra processo e prodotto, la quale a sua volta, è influenzata dalla pratica riflessiva, ovvero dalla *action research* (Elliott, 1991). La pratica richiederebbe allora un miglioramento costante anche attraverso il processo di riflessione, il quale coinvolge ogni partecipante e, per questo motivo, i due processi sono legati al contesto di apprendimento. È proprio il processo di riflessione che favorisce un ulteriore sviluppo del processo pratico, il quale non si ferma dopo che è stata emessa una valutazione, ma un'ulteriore riflessione porta l'aspetto pratico ad avanzare. La ricerca azione, per essere considerata efficace, deve considerare anche l'aspetto etico legato al suo utilizzo. Ovvero, essa non è un modo per controllare o per formare un curriculum predefinito degli allievi, poiché la sua efficacia è legata proprio alla costruzione in divenire dell'apprendimento ed è, inoltre, influenzata dal contesto nel quale si svolge. Scrive Elliott:

Action research improves practice by developing the practitioner's capacity for discrimination and judgement, complex, human situations. [...] and thereby develops practical wisdom, i.e., the capacity to discern the right course

of action when confronted with, complex and problematic states of affairs. (Elliott, 1991, p. 52).

Inoltre, la ricerca-azione realizza un aspetto fondamentale dell'insegnamento, ovvero comprendere come portare sul piano pratico i valori dell'educazione. Nel processo di insegnamento-apprendimento, infatti, i giudizi diagnostici rappresentano l'aspetto pratico, in quanto essi analizzano la messa in azione delle ipotesi didattiche. La valutazione è parte integrante della ricerca azione e, dunque, si avvale anch'essa della pratica per testare le strategie messe in atto. Per questo motivo, la teoria e la programmazione si accompagna alla pratica ed esse non possono realizzarsi separatamente. Lo sviluppo del curriculum non è, secondo questo pensiero, separato dal contesto di sviluppo poiché essi si sviluppano insieme. Inoltre, anche l'insegnante beneficia del processo della ricerca-azione, in quanto egli fa parte dello sviluppo del curriculum, integrando sia l'aspetto pratico che teorico nel processo di insegnamento-apprendimento.

Sempre Elliott afferma che fare ricerca-azione significa situare il processo di insegnamento e apprendimento all'interno di un contesto didattico specifico. L'insegnante adatta le attività al contesto, proponendo modifiche secondo le diverse situazioni di apprendimento. Il contesto è composto, infatti, dall'insegnante stesso, dagli studenti e dal setting dell'aula scolastica, la quale offre possibilità di esperienze diverse che l'insegnante deve tenere conto per organizzare le attività didattiche. La ricerca-azione nasce proprio per rispondere alle differenti esigenze di apprendimento che ogni situazione didattica offre, per questo si può affermare che proprio l'eterogeneità offre opportunità di crescita professionale per l'insegnante. Ciò che sottolinea la ricerca-azione è proprio la riflessione innovativa che deriva dalle esperienze precedenti, le quali daranno esito a nuovi risultati che saranno la base di partenza per scoprire nuove informazioni e fare nuove esperienze. La ricerca-azione è organizzata sulla base di una spirale che permette

di non arrestare mai la ricerca ai risultati trovati, proprio perché essi saranno necessari per le ricerche successive. La struttura scelta per condurre la ricerca-azione sarà basata sulla pubblicazione di Merritt (1980), la quale semplice struttura permetterà la conduzione della ricerca in modo efficace per comprendere le cause e conseguenze del cambiamento climatico. Le attività proposte rappresentano il modo attraverso cui gli alunni cercano di trovare risposta agli eventi e ai problemi presentati, al fine di raccogliere dati e di elaborare soluzioni originali. I risultati ottenuti dalla riflessione portata avanti dalla classe sono il punto di partenza per elaborare nuove soluzioni. La pianificazione delle attività successive è basata su quanto è stato appreso, sulle curiosità emerse e sugli aspetti che la classe intenderà approfondire. Una particolare attenzione rimane costantemente rivolta proprio alle reazioni della classe nei confronti degli argomenti trattati, al loro grado di coinvolgimento cognitivo ed emotivo, che consente all'insegnante di pianificare le attività successive sulla base delle esperienze realizzate in classe.

I dati sono stati raccolti attraverso le registrazioni audio delle conversazioni con gli alunni, e ordinate nel diario di bordo che è stato redatto al termine di ogni incontro. In questo modo, si vuole partire dalla realtà del contesto osservato, ritenendo tutti i punti di vista che sono emersi durante la discussione. Questo metodo di raccolta dati appartiene sempre alla *triangolazione* di dati di Elliot (1991), che consiste nel mettere a confronto diversi tipi di fonti disponibili, aumentando il campione di dati della ricerca.

5.3 Gli obiettivi di apprendimento

Le attività proposte sono state realizzate al fine di promuovere gli obiettivi di apprendimento con quanto delineato dalle Indicazioni Nazionali 2012. In particolare, le attività mirano a sviluppare una conoscenza e una consapevolezza legate alla tutela dell'ambiente e alla connessione che lega la vita degli esseri viventi con il loro contesto naturale. Le attività sono quindi pensate per sviluppare un

atteggiamento scientifico basato sull'osservazione dei fenomeni e sulla loro discussione, al fine di fare avvenire una riflessione e una comprensione completa dei temi che si vogliono trattare. Le attività prevedono un coinvolgimento diretto degli alunni, e saranno poste domande sui fenomeni e sulle cose, al fine di incoraggiare la riflessione e la discussione. Le attività sono svolte sia in gruppo che individualmente, al fine di favorire la fiducia degli alunni nelle loro capacità di pensiero e la disponibilità di dare e ricevere aiuto, anche imparando dagli errori, in quanto essi costituiscono un importante strumento di apprendimento e che consente di sviluppare un atteggiamento aperto ad opinioni diverse e la capacità di argomentare le proprie idee (Indicazioni Nazionali, 2012). Inoltre, le attività consentono di sviluppare il linguaggio adeguato a comunicare e descrivere eventi e fatti, servendosi di racconti orali, testi scritti, immagini, disegni, schemi e mappe per spiegare i fenomeni osservati. Il percorso, come proposto dalle Indicazioni Nazionali per il curricolo (2012), sarà sempre riferito alla realtà; perciò, le attività didattiche saranno basate su fatti reali e valorizzeranno le conoscenze già in possesso degli alunni. Un obiettivo fondamentale che si intende sviluppare è relativo a “Osservare e interpretare le trasformazioni ambientali e naturali (ad opera del sole, di agenti atmosferici, dell’acqua, ecc.) e quelle ad opera dell’uomo (urbanizzazione, coltivazione, industrializzazione, ecc.)” (Indicazioni Nazionali, 2012, p.55). Tutto il percorso è volto a sviluppare la consapevolezza negli alunni sull’importanza di prendersi cura del proprio ambiente e di dividerlo con altre creature, ma anche di quanto sia importante l’aiuto reciproco tra esseri viventi. Il secondo obiettivo è relativo al rapporto tra uomo e altri esseri viventi: “Riconoscere in altri organismi viventi, in relazione con i loro ambienti, bisogni analoghi ai propri.” (Indicazioni Nazionali, 2012, p.55). Non solo, attraverso l’obiettivo “Riconoscere e descrivere le caratteristiche del proprio ambiente”, si intende introdurre una prima conoscenza verso il proprio

ambiente naturale, in particolare quello alpino, per poi estendere il tema del cambiamento climatico ad altri luoghi del pianeta.

Le attività proposte sono anche in linea con la disciplina relativa alla geografia della regione, sempre mantenendo la connessione con i problemi causati dal cambiamento climatico. La conoscenza geografica, infatti, permette di analizzare quale siano i cambiamenti che hanno caratterizzato il territorio, quale siano i cambiamenti attuati dall'uomo e le relative conseguenze per l'ambiente. La geografia è una disciplina che permette di analizzare i differenti tempi adottati dalla natura in opposizione a tempi dell'uomo, i quali stanno inesorabilmente modificando la vita di molti esseri viventi sulla terra. Diverse prospettive e situazioni derivate dal cambiamento climatico vengono analizzate al fine di promuovere l'obiettivo di "Comprendere che il territorio è uno spazio organizzato dalle attività umane [...] riconoscere, nel proprio ambiente di vita le funzioni dei vari spazi e le loro connessioni, gli interventi positivi e negativi dell'uomo e progettare soluzioni, esercitando una cittadinanza attiva" (Indicazioni Nazionali, 2012, p.47). Le attività vogliono, inoltre, presentare agli alunni il concetto di bellezza dell'ambiente naturale, per proporre loro una visione che considera la natura come un patrimonio importante da preservare, non solo per la sopravvivenza della specie umana e animali, ma anche per apprezzare il paesaggio come "contenitore di tutte le memorie materiali e immateriali. Anche nella loro proiezione futura" (Indicazioni Nazionali, 2012, p. 46). Questo approccio consente di introdurre gli alunni al concetto di salvaguardia dell'ambiente per proteggerlo e conservarlo, affinché anche le prossime generazioni possano giovare delle risorse ambientali. Il punto cruciale che le attività intendono promuovere è proprio l'educazione alla conservazione del territorio, che, inevitabilmente, promuove una cittadinanza attiva e consapevole delle proprie azioni e delle proprie capacità per operare scelte adeguate ad affrontare le sfide poste dai cambiamenti climatici.

CAPITOLO 6. LO SVOLGIMENTO DEL PROGETTO

Il progetto proposto è basato sulle attività di sensibilizzazione al tema del cambiamento climatico, in particolare sulle conseguenze che si stanno ripercuotendo sull'ambiente alpino. Le attività sono guidate e introdotte da un personaggio mediatore, Gaia, la quale è una figura che richiama la forma del pianeta Terra e che si presenta in difficoltà proprio a causa dei cambiamenti climatici. Il personaggio guida i bambini verso la comprensione dei fenomeni naturali dovuti alle conseguenze dei cambiamenti climatici. Il fine è lo sviluppo della consapevolezza che le azioni dell'uomo sono considerate causa del cambiamento climatico, ma anche che ognuno può essere attivo nell'adattamento ai cambiamenti del proprio ambiente. Attraverso il personaggio mediatore presentato si rivolge ai bambini parlando dell'ambiente alpino e degli attuali cambiamenti che sta subendo a causa dell'aumento delle temperature. Le storie degli animali che vivono nelle Alpi sono il filo rosso che portano gli alunni a riflettere sul loro ruolo di futuri membri della società e sulle azioni che stanno contribuendo a cambiare la vita e l'ambiente della fauna alpina. Queste attività sono strutturate per invitare gli alunni a conoscere una situazione reale che si sta verificando ormai da alcuni anni nelle Alpi, e riflettere sulle possibili conseguenze. Un aspetto importante riguarda la collaborazione tra gli alunni e le attività di discussione per riflettere su quali azioni concrete sono fondamentali per rispettare il proprio ambiente, a partire da quello scolastico.

La sperimentazione delle attività ha avuto luogo in una classe terza del territorio valdostano, in particolare della città di Aosta. La scuola è inserita all'interno di un contesto cittadino, e all'interno di una istituzione scolastica dove viene promosso un clima familiare. Questo favorisce nei bambini la consapevolezza di fare parte di una comunità solidale e accogliente dove i bisogni del singolo sono

accolti e condivisi. Gli alunni sono consapevoli di essere parte di una comunità educativa che si prende cura di loro e che li coinvolge nelle varie esperienze educative, pensate per promuovere una prima formazione completa su sé stessi sulla convivenza con gli altri. Ogni alunno conosce l'importanza di avere cura degli spazi che condivide per preservare l'ambiente sia esterno che interno alla scuola, poiché accoglie le attività della vita quotidiana.

Le attività di sperimentazione in classe sono state svolte utilizzando la metodologia dell'osservazione diretta e partecipativa, e attraverso la raccolta di informazioni e di testimonianze degli alunni dopo avere svolto le attività. Si è voluto osservare come gli alunni hanno reagito e interpretato i quesiti legati al tema, tenendo conto delle loro esperienze passate e delle loro proposte di innovazione e miglioramento. Si è voluto, inoltre, prestare attenzione a come gli alunni si sono sentiti coinvolti a partecipare attivamente alle attività; perciò, sono state raccolte informazioni in merito al loro comportamento. La ricerca ha quindi lasciato margine di espressione delle idee e opinioni dei bambini, in quanto essi sono stati invitati ad essere protagonisti attivi in grado di riflettere su come proteggere e conservare il proprio ambiente attraverso le loro azioni (Hood, Kelley & Mayall, 1996). Mettere i bambini in questa posizione di agire per sé stessi e per gli altri è fondamentale per dare loro l'occasione per non essere solo osservatori dei cambiamenti climatici, ma essere anche attori che possono agire in modo consapevole. Ogni alunno possiede una propria esperienza personale legata al rapporto con l'ambiente, ed essa costituisce un punto di partenza utile per cominciare a comprendere l'importanza di preservare e proteggere i luoghi, anche attraverso le azioni quotidiane. Ponendo il bambino nella prospettiva di agire, si conferisce alle nuove generazioni l'importante consapevolezza che ogni essere vivente può influire sull'ambiente che occupa, ed esso influisce su di lui. Queste considerazioni sono alla base della teoria di Gaia, poiché la prospettiva considera le influenze reciproche tra gli esseri viventi e l'ambiente. Perciò, si arriverà a sottolineare come

non sia più possibile considerare la sola prospettiva dell'essere umano nei confronti dell'ambiente, ma si deve considerare ogni essere vivente con cui l'uomo condivide il pianeta. Insieme agli alunni si è riflettuto sui comportamenti come la cooperazione e la collaborazione, i quali possono portare a tutta la comunità degli effetti positivi, poiché un ecosistema non è isolato dagli altri ma convive e condivide la stessa Terra con gli altri.

La metodologia che la ricerca adotta è quella della ricerca-azione, poiché la struttura seguita è riconducibile allo schema di Merrit che propone di partire da ciò che gli alunni hanno svolto durante le attività e come lo hanno rielaborato, per poi riflettere sulle azioni che l'insegnante ha svolto e come esse hanno influito nel migliorare la sua professionalità. In ultimo, per completare il ciclo della ricerca-azione, è opportuno pianificare le prossime azioni da svolgere (Merrit, 1980). La ricerca-azione si caratterizza per la sua struttura regolare che porta il ricercatore a chiedersi ciclicamente cosa ha fatto e cosa ha imparato, nell'ottica di migliorare, nella fase successiva, la conduzione delle attività. Anche lo studente beneficia di questa struttura, poiché egli è oggetto della ricerca ma contribuisce attivamente a fare ricerca sui temi trattati. Infatti, il rapporto dialettico tra riflessione, pianificazione e azione porta naturalmente lo studente a prendere in esame le azioni svolte e a riflettere come la conoscenza sia cambiata rispetto al punto di partenza. Per questo, la ricerca-azione si basa sul punto di arrivo del ciclo precedente, poiché costituisce una solida base di appoggio dal quale partire per trovare nuovi interrogativi e allargare il campo di conoscenza. L'esito positivo della ricerca-azione non può che dipendere anche dalla volontà di conoscere degli alunni e dalla loro curiosità per i temi esplorati. Lo svolgimento delle attività successive dipenderà come saranno raccolti e interpretati i dati relativi ai comportamenti e alle idee degli alunni. Le fasi richiedono, inoltre, un'attenta valutazione di ciò che si svolge all'interno della ricerca e il rapporto tra gli alunni e l'insegnante, poiché le reazioni e le indicazioni fornite dal contesto sono indici da utilizzare per i

successivi sviluppi. In questo modo, attraverso questa metodologia a spirale, si intende fornire l'occasione ad entrambi le parti della ricerca di maturare e svilupparsi insieme per arricchire l'esperienza didattica e professionale (Dodman, 2000). Inserisci riferimento

6.1 Il primo incontro

Il primo incontro di sperimentazione delle attività ha avuto luogo all'interno dell'aula scolastica. Ho notato che la classe si è dimostrata interessata e incuriosita dopo la presentazione del personaggio mediatore Gaia, la quale ha introdotto gli alunni alla conoscenza dei problemi legati al cambiamento climatico nell'ambiente alpino. Gli alunni hanno ascoltato la storia di "Una lettera da Gaia", una storia che presenta agli alunni il problema dovuto allo scioglimento anticipato della neve nelle zone alpine, e le conseguenze che esso ha sulla fauna locale. Durante questa prima attività, ho invitato i bambini a riflettere sulle possibili soluzioni che gli animali potrebbero adottare per sopravvivere nel loro ambiente. Inoltre, ho chiesto agli alunni di trovare una risposta alla domanda "Cosa sta cambiando nell'ambiente di ermellino?". I bambini hanno individuato la causa dei cambiamenti climatici, ovvero l'eccessivo rialzo della temperatura che ha causato lo scioglimento della neve.

Nella seconda attività, abbiamo riflettuto sulla propria esperienza per quanto riguarda l'osservazione dei cambiamenti climatici anche notati dagli alunni durante la loro estate. Essi hanno espresso che:

B: Quest'anno al mare abbiamo sentito davvero caldo e il termometro segnava 35 gradi.

C: È arrivato un forte temporale che ha bagnato tutta la spiaggia e nelle strade c'era un fiume.

D: C'erano tanti incendi e tanto caldo.

F: Io ho visto bruciare un sacco di piante e di alberi, ero spaventato perché c'era anche tanto vento.

Nella terza attività i bambini hanno quindi espresso la loro emozione guardando un'immagine che rappresentava una situazione di difficoltà dovuta al cambiamento del clima. Ciò che è emerso può essere riconducibile a sentimenti di tristezza, paura e rabbia perché tutti erano d'accordo sul fatto che le conseguenze del cambiamento climatico non possono essere fermate. Per quanto riguarda l'azione antropica nell'ambiente, alcuni bambini hanno osservato che soprattutto gli incendi sono fenomeni non solo naturali ma provocati dall'azione umana, e perciò il loro accadere suscitava in loro rabbia. Alcuni di loro hanno anche affermato che non hanno provato un'emozione negativa, ma che piuttosto erano incuriositi dalla situazione che stavano vivendo, perché ai loro occhi è risultata nuova.

A partire da queste osservazioni, ho proposto loro di cercare la causa per la quale questi fenomeni si stanno verificando così intensamente e frequentemente. Abbiamo proseguito con la terza attività, per riflettere sulla differenza tra i termini clima e tempo. All'inizio, l'interpretazione di questi due termini è stata difficile poiché, sovente, i fenomeni atmosferici o gli eventi estremi ai quali hanno assistito vengono attribuiti al cambiamento meteorologico invece che al clima. Insieme abbiamo osservato che il clima è composto da tanti elementi che influiscono sull'ambiente e lo modificano, influenzando anche il tempo meteorologico. I due concetti sono quindi legati da un rapporto di causa-effetto. Per chiarire meglio il concetto di clima, abbiamo visto alcuni esempi di zone del pianeta che hanno dei climi differenti dovuti alla loro altitudine e latitudine. Per esempio, in Valle d'Aosta esiste un clima temperato perché il susseguirsi delle stagioni fa sì che si abbiano inverni freddi ed estati calde e afose. Invece, nelle zone desertiche i bambini hanno osservato che il caldo è davvero forte “da non poter respirare” e che “si suda tanto perché fa tanto caldo”. Abbiamo chiarito come il clima rimanga tale in un dato luogo e il suo cambiamento è lento, mentre invece il tempo meteorologico cambia spesso a seconda delle stagioni. Questa prima differenza ha

aiutato i bambini a comprendere che non si può parlare di cambiamento solo del tempo meteorologico, ma che i cambiamenti climatici riguardano proprio il clima di ogni ambiente. Nella quarta attività i bambini hanno cercato di collegare l'immagine di una zona climatica al suo nome corretto.

Al termine del primo incontro, ho raccolto le impressioni e le osservazioni degli alunni, i quali hanno espresso che non conoscevano la differenza tra il clima e il tempo atmosferico, ma che sentono di avere capito che il clima è influenzato dalla temperatura che aumenta e dalla scarsità delle precipitazioni. In particolare:

C: Io ho imparato che il clima non deve cambiare come il tempo tutti i giorni.

D: Il clima cambia per colpa nostra.

C: La temperatura è troppo alta e Gaia sta male.

A: Il clima è una cosa che cambia a causa delle temperature troppo alte e così fa sciogliere i ghiacciai.

A: In Valgrisenche la neve a volte va via subito ma quella che scioglie si può raccogliere.

V: Il ghiaccio scioglie troppo e non è abbastanza in alto.

T: Sono le temperature che non vanno bene perché sono così alte che il ghiaccio scioglie e ci sono troppi incendi.

A partire da queste considerazioni è emerso che gli alunni hanno notato che le conseguenze del riscaldamento globale sono evidenti e sono negative; perciò, dovremo agire per fare in modo che il clima della Terra non sia più così fortemente influenzato dall'azione umana. A partire da queste considerazioni ho proposto loro di considerare il possibile coinvolgimento dell'uomo sui cambiamenti climatici e di rifletterci per i prossimi incontri.

Durante il primo incontro sono intervenuta introducendo il concetto di cambiamento climatico, presentando e leggendo ai bambini la storia di animali coinvolti direttamente nel

cambiamento del loro ambiente. Ho chiarito il ruolo di questi animali nelle Alpi e in cosa consiste per loro il problema del riscaldamento globale. Inoltre, ho condotto i bambini a riflettere sulle conseguenze del rialzo delle temperature osservando insieme alcuni eventi estremi che a cui hanno assistito, trovando ad essi un nome. Dato l'interesse dei bambini a esprimere ciò che hanno visto ho proposto loro l'attività di disegno di un'esperienza legata a questo tema, di cui hanno sentito parlare al telegiornale o che era stata raccontata loro. Inseguito, ho ascoltato gli interventi degli alunni che hanno spiegato il proprio disegno alla classe.

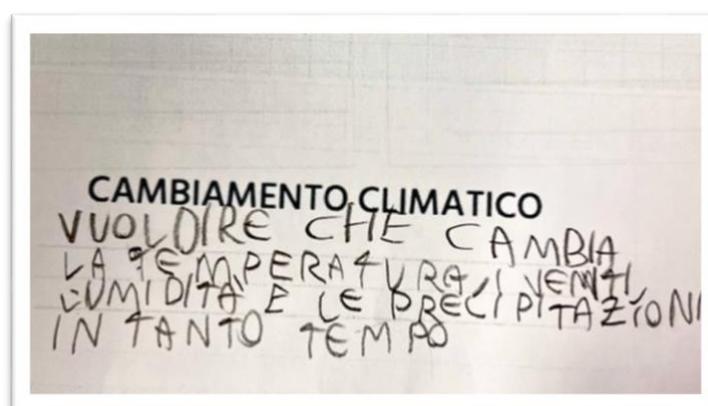
Alcuni esempi di esperienze raccolte:





Figura 4: (Fonte: disegni e appunti dei bambini)

Nella quinta e ultima attività, ho proposto ai bambini di definire il cambiamento climatico, dopo aver visto insieme la differenza tra il clima e il tempo. Questa prima definizione è stata costruita insieme agli alunni, a partire dalle loro idee e l'abbiamo scritta sia alla lavagna che sui loro appunti.



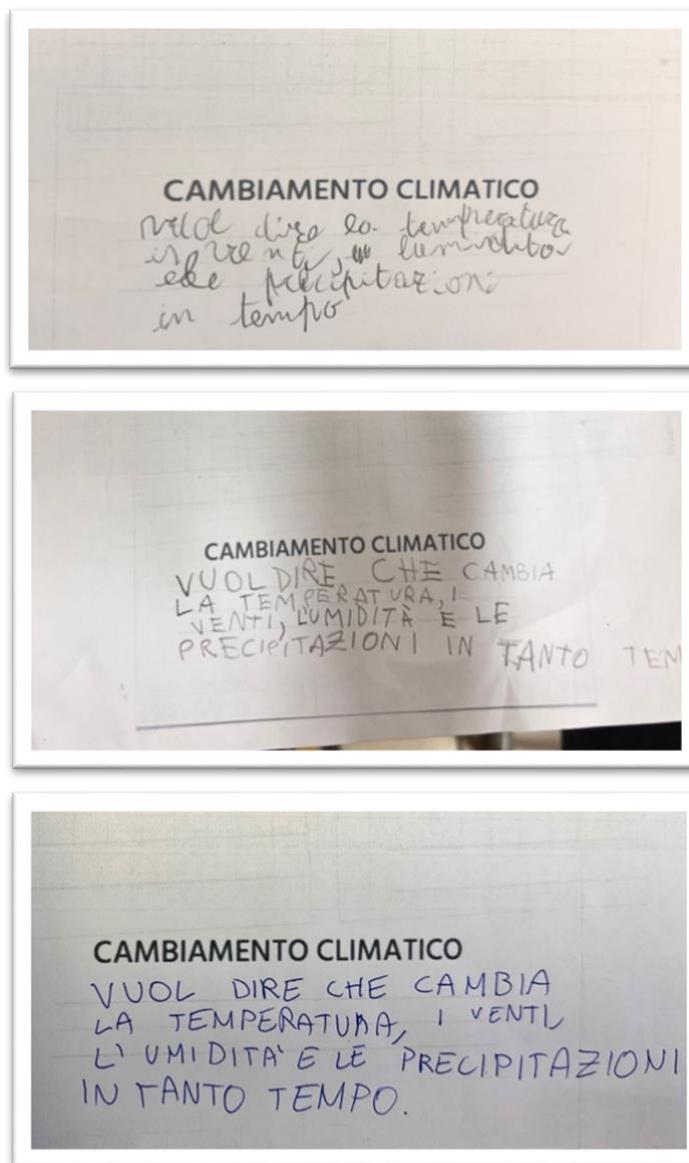


Figura 5: (Fonte: gli appunti dei bambini)

Dall'analisi del primo incontro, è emerso che i bambini possiedono la consapevolezza che il cambiamento climatico può portare dei rischi concreti nell'ambiente in cui essi vivono e nell'ambiente degli animali. Essi si sono dimostrati interessati a trovare delle soluzioni per il problema del personaggio della storia, l'ermellino:

C: "L'ermellino è piccolo può nascondersi sotto le pietre".

N: "Potrebbe costruirsi un mantello di foglie e rametti per non essere visto".

B: "(Ermellino) può andare più in alto dove c'è la neve".

Ritengo opportuno proporre nei prossimi incontri l'attività mirata a cercare le soluzioni di adattamento da suggerire al personaggio, in vista del cambiamento climatico.

Inoltre, ho analizzato che gli alunni hanno raccontato con interesse le loro esperienze legate al cambiamento climatico e hanno mostrato con piacere i propri disegni alla classe. Questo interesse nei confronti degli eventi che li hanno colpiti può essere ulteriormente sviluppato nel prossimo incontro, che si concentrerà sul problema dello scioglimento dei ghiacciai.

Durante l'attività sulla distinzione tra clima e tempo atmosferico, ho notato ancora dell'incertezza sull'uso corretto dei due termini. Perciò, penso sia necessario durante gli interventi usare correttamente i due termini durante la descrizione della propria esperienza. Infatti, alcuni alunni hanno raccontato di avere sentito i racconti di situazioni legate ad eventi naturali come i terremoti, anch'essi causa di situazioni disagiati e disastrose, ma non legati al cambiamento climatico. Nei prossimi incontri potrebbe essere utile distinguere i fenomeni atmosferici naturali da quelli legati al cambiamento climatico e dalle calamità naturali.

Durante questo primo incontro ho imparato che è fondamentale partire dall'esperienza diretta dei bambini per cominciare a discutere su un tema di attualità. Attraverso l'espressione delle loro emozioni, i bambini hanno colto che questi fenomeni non possono essere ignorati o sottovalutati, poiché essi sono reali e, a volte, pericolosi. Infine, l'utilizzo di una storia e di un personaggio mediatore ha favorito l'interesse per il tema, coinvolgendoli nell'esprimere le loro idee e nel raccontare le loro esperienze, che hanno permesso di iniziare la discussione in classe.

6.2 Il secondo incontro

Il secondo incontro si è svolto in classe durante le ore pomeridiane ed erano presenti ventidue alunni. Dopo un momento di *briefing* iniziale, in cui ho chiesto ai bambini cosa si ricordassero della volta

precedente, ho osservato che molti di loro erano rimasti colpiti dalla storia dell'ermellino e avevano continuato a riflettere sulle caratteristiche dell'animale. Infatti, alcuni hanno raccontato la storia a casa e hanno manifestato la curiosità per questo animale e il suo ambiente. Inoltre, gli alunni hanno dimostrato di ricordare bene la differenza tra i termini clima e tempo, e di saperli utilizzare quando si parla del cambiamento climatico. Ho iniziato ad approfondire quali sono le zone climatiche della Terra, tropicale, artico, temperato e arido, osservandole sulla mappa climatica. I bambini hanno mostrato interesse per le caratteristiche climatiche della Terra e insieme abbiamo individuato l'equatore, riflettendo sulle differenze tra le zone equatoriali e artiche. Queste riflessioni sono state importanti per chiarire meglio che il clima non cambia così facilmente come il tempo meteorologico. Un'altra curiosità dei bambini è nata dall'osservazione della zona climatica equatoriale, e dalla foresta pluviale amazzonica. Ho chiesto ai bambini cosa sapessero di questo luogo così importante per la Terra, ed essi hanno risposto che:

M: Le piante danno ossigeno alla Terra.

C: Servono per fare respirare e per fare ombra.

D: (Le piante) sono utili per costruire e per avere i fogli.

Tuttavia, ad alcuni è sembrato improbabile che le piante “pulissero” l'aria che respiriamo, e alcuni termini come “ossigeno” e “anidride carbonica” non sono ancora chiari per tutta la classe. La prima attività che ho proposto ha introdotto i bambini a riflettere sulla fusione dei ghiacciai. Essi hanno notato le differenze tra due fotografie che raffigurano il ghiacciaio del Monte Bianco (versante francese), scattate a cento anni di distanza. I bambini hanno osservato che:

C: Le fotografie sono di colore diverso, una è colorata e l'altra è grigia.

A: L'acqua è poca da una parte e tanta dall'altra.

D: Si vede che la fotografia grigia ha più neve sulle montagne.

N: C'è tanta neve in basso e anche tanta acqua, ma solo nella fotografia grigia.

M: Io vedo che il fiume in basso da una parte è davvero grande e nell'altra foto invece ce n'è davvero poco.

A: Le due foto sono diverse perché una è fatta d'estate una d'inverno.

I bambini hanno quindi osservato la differenza tra le due foto, ovvero hanno capito che se le temperature si alzeranno ancora così velocemente, la fusione del ghiacciaio sarà ancora più veloce. Infatti, le foto e il video seguenti dimostrano come il ghiacciaio del Gran Paradiso sia diminuito velocemente in soli trent'anni. I bambini hanno notato che è colpa delle temperature e del brusco rialzo termico se i ghiacciai stanno sciogliendo, e hanno cominciato a delineare le idee su cosa succederebbe se i ghiacciai si sciogliessero del tutto. Ho guidato la riflessione verso un'altra direzione, chiedendo loro perché i ghiacciai sono importanti. Alcuni di loro hanno risposto che:

C: Il ghiacciaio serve agli animali per vivere.

A: I ghiacciai servono per vivere ed avere l'acqua.

A: I ghiacciai possono farci sciare e andare in montagna.

A: Possono dare la neve e da loro scendono i fiumi.

Insieme alla classe si è svolta la seconda attività per definire a cosa serve il ghiacciaio e le attività che gli esseri umani svolgono grazie ad esso. I bambini hanno dimostrato curiosità e interesse per questo tema, e hanno raccontato la loro esperienza. Essi hanno detto che:

E: Io ho visto il ghiacciaio del Gran Paradiso ma ero in basso e vedevo poca neve come nella foto.

A: L'acqua dei torrenti è davvero tanta adesso perché ho visto ieri che il fiume era veloce.

D: L'acqua a volte è bianca quando scende giù dalla montagna.

La terza attività ha chiesto ai bambini di esprimere la loro idea riguardo alla possibilità che i ghiacciai possano sparire. A loro è stata data la scelta di disegnare o scrivere il proprio pensiero riguardo alla possibilità che questo evento si verifici, e di scegliere se raccontare il proprio pensiero ai compagni. Alcuni esempi che ho raccolto:

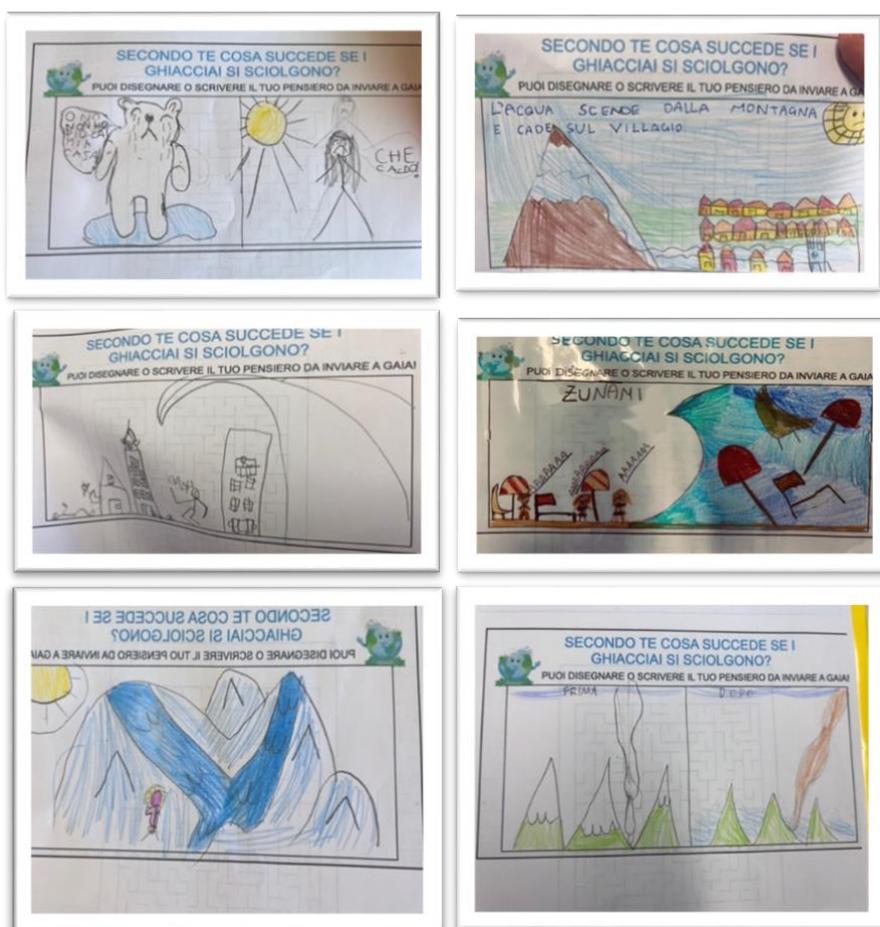


Figura 6: (Fonte: disegni dei bambini)

Nel momento di *debriefing*, ho proposto ai bambini il gioco del “cruciverba climatico”. Ho notato che i bambini hanno capito

come utilizzare i termini scoperti e che hanno iniziato a comprendere che la Terra è composta da climi differenti. Dunque, il clima è un fenomeno che insieme abbiamo definito essere variabile e che permane per molti anni, perciò il suo cambiamento è lento.

Durante questo incontro ho iniziato con un *briefing* per riprendere i concetti scoperti l'incontro iniziale. Per introdurre il tema del secondo incontro, i ghiacciai, ho utilizzato di nuovo il personaggio mediatore Gaia, inviando alla classe una cartolina per introdurre il problema della scomparsa dei ghiacciai. Ho mostrato loro immagini dei ghiacciai che rischiano di scomparire, in particolare del ghiacciaio del Gran Paradiso. Ho notato che i bambini sono rimasti colpiti dalle differenze tra le due foto, scattate entrambe nella stagione invernale e a cento anni di distanza. Alcune considerazioni fatte sono state che le due foto sono scattate in stagioni diverse. Questa considerazione ci ha portato ad affrontare l'aspetto più delicato, ovvero che queste foto sono delle testimonianze concrete e autentiche del cambiamento climatico e del riscaldamento. Non è stato necessario chiedere loro la causa dello scioglimento dei ghiacciai, la classe ha convenuto che la causa della fusione dei ghiacciai è proprio il rialzo delle temperature. Ho condotto la discussione verso un'altra prospettiva, chiedendo loro di riflettere sull'importanza dei ghiacciai, ho ritenuto necessario concentrarsi anche su questo aspetto, spesso trascurato perché ho notato che la classe ha avuto qualche difficoltà durante questa riflessione. Ho quindi facilitato loro questo aspetto mostrando quattro immagini di sfruttamento dei ghiacciai, alle quali gli alunni hanno abbinato la descrizione corretta. Nell'attività successiva, gli alunni si sono dimostrati creativi nel disegnare e scrivere la loro idea sulla possibile sparizione dei ghiacciai, concordando sul fatto che le conseguenze sarebbero difficili da affrontare. Ritengo però che questo aspetto sarà da approfondire, soprattutto dal punto di vista della fauna alpina, per portare la classe a riflettere sulle conseguenze della fusione dei ghiacciai in un ambiente a loro

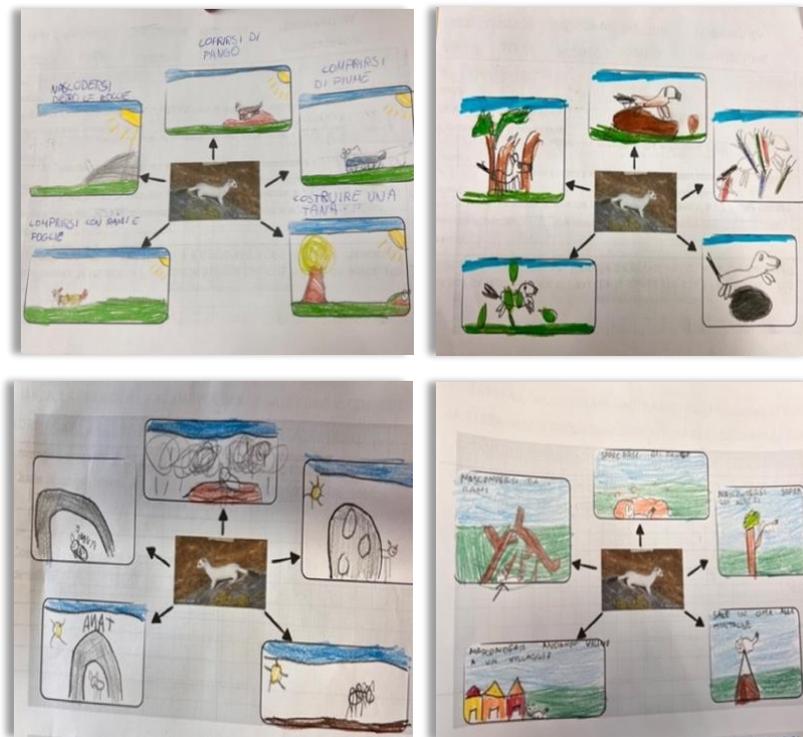
vicino. Riflettendo sull'importanza dell'acqua come bene insostituibile e necessario per la vita di esseri umani, animali e piante, si potranno pensare alle azioni di risparmio e di riciclo utili per adattarsi alle conseguenze del cambiamento climatico.

Un altro aspetto per cui la classe ha dimostrato interesse è stato il volere conoscere più informazioni sulla vita degli animali del bosco come l'ermellino. Questo aspetto non è ancora stato approfondito durante il secondo incontro; perciò, nei prossimi incontri affronteremo cosa significa per la fauna locale vivere nell'ambiente alpino.

I possibili sviluppi che intendo approfondire nei prossimi incontri riguardano l'utilizzo dei termini più scientifici, come ossigeno e anidride carbonica. Sono termini che solo alcuni alunni della classe sanno usare propriamente, soprattutto per interpretare correttamente il fenomeno dell'inquinamento. Si chiarirà quale sia la sua origine e le conseguenze che stanno influenzando l'ambiente, trovando il legame tra le calamità naturali e l'inquinamento atmosferico. Il tema che si presenterà necessario approfondire sarà il fenomeno dell'effetto serra, cercando di interpretarlo in modo corretto. In questo modo, si rifletterà anche sul termine del riscaldamento globale, un fenomeno che si è affrontato ma non nella sua duplice prospettiva, ovvero un fenomeno che mantiene temperature adeguate allo sviluppo della vita sulla Terra, ma anche un fattore di riscaldamento globale.

6.3 Il terzo incontro

Durante il corso del terzo appuntamento, svoltosi nell'aula scolastica, abbiamo rivisto le conseguenze del riscaldamento globale, in particolare la diminuzione dello spessore dei ghiacciai. I bambini hanno colto che il personaggio mediatore Gaia ha ancora la temperatura elevata, descrivendola come "Gaia ha la febbre ancora alta". Essi hanno letto a turno la storia di Ermellino, mostrando curiosità e interesse per gli altri personaggi della storia: la pernice bianca, la lepre variabile e la marmotta. Insieme abbiamo scoperto che anche loro sono animali che subiscono le conseguenze dell'innalzamento della temperatura a causa del cambiamento climatico. Nella prima attività i bambini si sono dimostrati propositivi e creativi nello scegliere quale soluzione l'ermellino potrebbe adottare per sopravvivere nel suo ambiente trovandosi di un colore "sbagliato". I bambini hanno esposto tante idee interessanti che hanno scritto o disegnato:



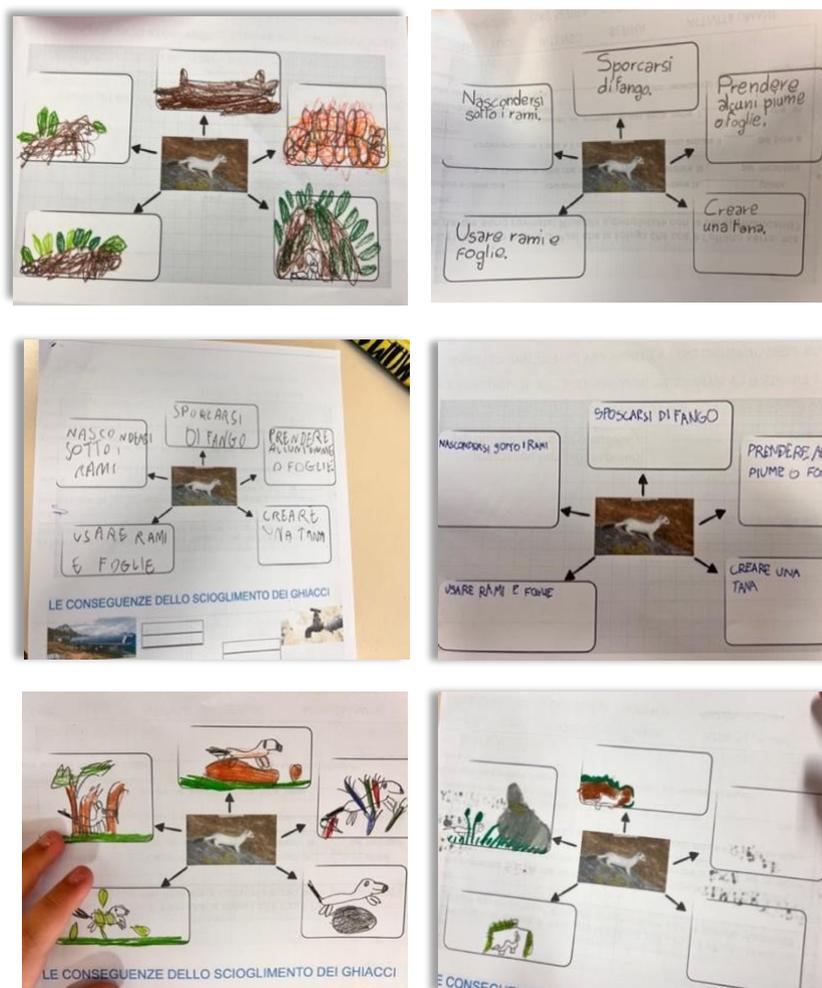


Figura 7: (fonte disegni e appunti dei bambini)

Inoltre, alcune restituzioni sono state:

T: L'ermellino, quindi, deve proprio nascondersi per non essere visto.

M: Sarebbe utile se si dipingesse di marrone con il fango?

C: Così sembrerebbe marrone anche lui e sarebbe salvo.

Sono intervenuta nella discussione chiedendo loro quando noi esseri umani usiamo travestirci e per quale scopo. Molti alunni hanno convenuto che durante le feste come Halloween o carnevale ci si traveste per sembrare qualcun altro. La differenza emersa è che gli esseri umani si travestono per divertimento, ma in alcuni casi

anche per non essere visti o riconosciuti. Invece, gli animali si trovano in situazioni che spesso richiedono loro di mimetizzarsi nel loro ambiente. I tre animali hanno parlato ai bambini di un evento particolare che si manifesta sulla Terra: l'effetto serra, a causa del quale le temperature si stanno alzando e i ghiacciai si stanno fondendo. Le idee emerse prima di guardare le immagini sono andate vicine al significato di effetto serra:

T: Venere e Marte sono più caldi della Terra perché i raggi che arrivano sopra li scaldano in modo diverso.

M: La serra scalda tanto quando ci vai dentro.

C: La serra è come la Terra.

P: Io ho visto che le piante nella serra stanno al caldo sempre.

Un alunno ha introdotto un tema di discussione interessante, chiedendo: "Ma se le piante hanno freddo non potremmo coprirle con una coperta?". Abbiamo quindi riflettuto sul fatto che le piante, come gli animali e gli esseri umani sono organismi come noi e hanno bisogno di essere coperte quando fa freddo.

Il video proposto ha raccontato ai bambini l'importanza dell'atmosfera e dell'effetto serra sulla Terra, paragonando l'azione dell'atmosfera a quella di una coperta e di una serra. Inoltre, si sono approfonditi alcuni termini come atmosfera, anidride carbonica e smog. Sono nate le prime idee su cosa si intende per inquinamento dovuto alle azioni umane.

D: Le moto, le auto e le fabbriche sono inquinanti perché esce sempre un fumo puzzolente.

M: Io ho visto che esce anche dalle case.

C: Anche le navi possono inquinare oppure le cose elettriche.

N: Lo smog lo vediamo sempre nella città.

T: Però anche le macchine elettriche vanno bene, rispetto alla benzina.

Queste restituzioni hanno dimostrato che gli alunni sanno già che alcune azioni dell'uomo hanno un impatto sull'ambiente. Ciò che ha incuriosito i bambini è stato dove si inquina e cosa esce esattamente quando si emettono sostanze nocive. Perciò ho introdotto loro un termine forse più adatto per indicare l'inquinamento: i gas serra. Le ultime due attività sono state un ripasso sui temi affrontati, alcuni alunni della classe hanno scelto di disegnare alcune immagini riguardanti le conseguenze dell'effetto serra, mentre altri alunni hanno scelto di scrivere le loro idee su come adattarsi ai cambiamenti climatici se fossero nei panni degli animali alpini incontrati.

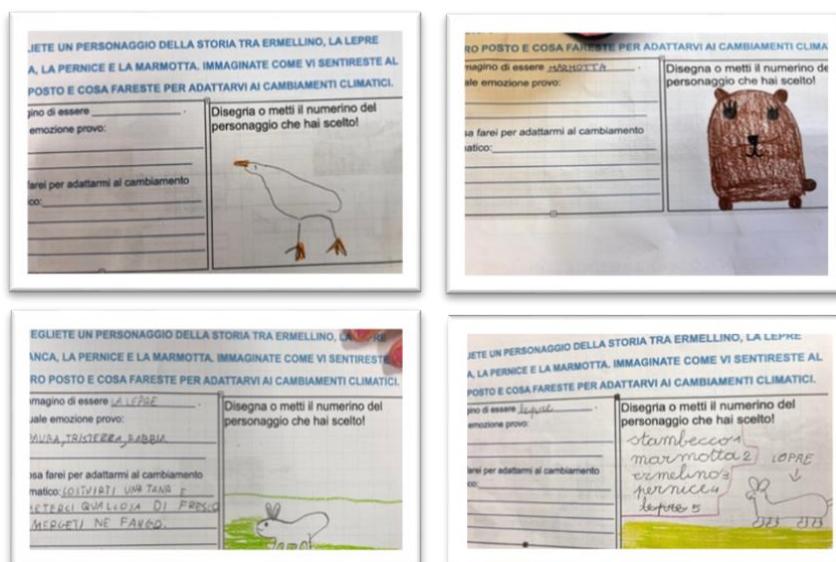


Figura 8: (Fonte: disegni e appunti dei bambini)

Durante il terzo incontro i bambini hanno dimostrato di avere imparato che una delle cause del riscaldamento globale e dell'aumento dell'effetto serra è l'inquinamento causato dall'uomo. Inoltre, attraverso l'attività creativa per aiutare l'ermellino a trovare le soluzioni ideali al cambiamento climatico, i bambini hanno anche compreso che l'adattamento è fondamentale per sopravvivere nel proprio ambiente, e che è necessario cambiare le proprie azioni per renderle conformi alle nuove situazioni. Si è infatti svolto un interessante paragone tra le azioni di mimetismo dell'uomo e degli

animali. Si è quindi riflettuto che l'azione di mimetismo si fa spesso in modo inconsapevole, per motivazioni utili ma anche per divertirsi o per necessità e, soprattutto, per gli animali essa è un'azione di adattamento.

I bambini hanno quindi imparato che il primo passo per vivere in un ambiente che ha subito dei cambiamenti è proprio l'adattamento, che consiste in un cambio di attitudini e azioni. Questa consapevolezza è emersa proprio a partire dall'attività che ha chiesto ai bambini di mettersi nei panni anche degli altri animali del bosco, per chiedersi come essi potrebbero reagire ai cambiamenti climatici.

Durante il corso di questo incontro, ho cercato di agevolare la loro comprensione dei cambiamenti climatici nell'ambiente alpino, che sta affrontando delle mutazioni del suolo e delle temperature. Perciò abbiamo letto insieme la storia di Ermellino e i suoi amici, osservando le loro caratteristiche per adattarsi al freddo della montagna e le loro abitudini alimentari. Ho sottolineato il fatto che questi animali devono affrontare un adattamento proprio perché il loro fisico patisce l'innalzamento delle temperature. Ho cercato di condurre la riflessione sul perché le temperature si alzano, facendo introdurre il concetto di effetto serra da uno degli animali, che lo ha descritto sia come fenomeno naturale, ma anche come un fenomeno che sta diventando più pericoloso per l'ambiente. Dopo aver proposto la visione di un video su questo tema, abbiamo completato insieme la lettera che spiega l'effetto serra e il ruolo dell'atmosfera, inviata dal personaggio mediatore Gaia.

Grazie a questo incontro, ho imparato che per i bambini è stato molto utile il paragone dell'atmosfera terrestre al ruolo di una serra. Infatti, per i bambini è stato più semplice comprendere che grazie ad una protezione attorno alla Terra, essa è proprio come un organismo che si regola da solo, proteggendo anche gli altri esseri da temperature estreme. Da questa discussione è emersa l'importante constatazione che le piante sono organismi che come

noi avvertono i cambiamenti climatici, per questo occorre proteggerle.

Per quanto riguarda le modalità di esposizione degli argomenti, per i bambini risulta molto più comprensibile avere un quadro narrativo nel quale inserire gli eventi, che spesso sono stati introdotti dai personaggi. Inoltre, le restituzioni raccolte sottoforma di disegni sono più rappresentative dei loro pensieri e delle loro idee. Infine, ho imparato che i bambini hanno in parte compreso il problema derivato dall'inquinamento, perché hanno iniziato a conoscere le parole anidride carbonica e ossigeno, due elementi importanti che ricompariranno nei prossimi incontri.

I prossimi sviluppi delle attività terranno conto di ciò che i bambini hanno cominciato a comprendere per quanto riguarda l'effetto serra e le cause per cui esso sta aumentando, ovvero le attività umane. Ritengo opportuno rivedere le immagini proposte per spiegare l'effetto serra per approfondire cosa significa esattamente inquinare, e da dove derivano i gas serra responsabili dell'inquinamento atmosferico. Ritengo però che sarà opportuno anche avviare una riflessione sulle attività che invece sono ecologiche e a basso impatto. Sarebbe interessante scoprire cosa ne pensano i bambini e ascoltare le loro idee sull'efficacia effettiva di queste azioni nel loro ambiente.

6.4 Il quarto incontro

Durante il quarto incontro abbiamo svolto come prima attività l'osservazione dell'ermellino nel suo ambiente naturale innevato, riprendendo insieme la riflessione sull'importanza per gli animali di avere a disposizione un ampio spazio di movimento. Soprattutto, abbiamo notato quanto sia efficace il suo mimetismo nella neve. I bambini hanno portato le loro testimonianze sugli incontri con animali selvatici del bosco. Alcuni alunni hanno raccontato il loro incontro con volpi e le lepri, sottolineando la natura schiva e la capacità di mimetizzarsi. Inseguito, abbiamo riflettuto sul fatto che gli animali del bosco possono essere aiutati, ma solo se in situazioni

di pericolo; quindi, si possono proteggere, in particolare il loro ambiente. Abbiamo ripreso il tema del cambiamento climatico a partire da una notizia della settimana scorsa, riguardante il caldo record del mese di ottobre, che ha portato temperature oltre la media. L'evento ha portato subito a ragionare la classe sull'effetto serra, per il quale si verifica il riscaldamento in eccesso. I bambini hanno completato lo schema alla lavagna e alcune intuizioni sono state:

A: Questo è un fenomeno che avviene perché c'è troppo gas ma le piante possono assorbirlo, solo che spesso le tagliano.

N: Come nelle serre che c'è caldo perché il sole entra.

A: La deforestazione fa aumentare il caldo perché le foglie dell'albero cadono insieme a lui.



Figura 9: (Fonte: immagine alla lavagna)

Al termine dell'attività abbiamo chiarito che l'aumento dell'effetto serra è una conseguenza del riscaldamento globale e ha contribuito a fare cambiare il clima.

In seguito, i bambini hanno letto le immagini che rappresentano le azioni inquinanti dell'uomo. Ad esempio, l'utilizzo di automobili, aerei e navi per il commercio o per gli spostamenti ed è stato subito chiaro che essi siano da considerare produttori di anidride carbonica e gas serra. Tuttavia, sono sorte alcune domande sul perché determinate azioni possono produrre anidride carbonica. Ad esempio, la produzione di foraggio, di indumenti, del cibo e di rifiuti è sembrata per alcuni un'azione difficile da collegare all'inquinamento. Abbiamo quindi riflettuto sul fatto che per realizzare campi di allevamento occorre abbattere molti alberi e foreste, e per coltivare la terra occorre sfruttare tanta acqua e altrettanti mezzi agricoli. Anche l'industria tessile purtroppo è un settore in crescita e altamente inquinante, abbiamo fatto l'esempio che, per produrre un semplice capo di abbigliamento come una felpa o un golfino, occorre utilizzare tanta acqua e tanti coloranti che, una volta liberati nell'ambiente come prodotti di scarto, sono dannosi e velenosi. Dopo questa spiegazione, un'alunna ha osservato che non c'è bisogno di colorare i vestiti perché possono restare di un colore naturale, ma un altro compagno ha fatto un'importante osservazione: "Non sarebbe bello da comprare e allora ci mettono tanti colori". Questa spiegazione ha suscitato dei commenti di rabbia, perché gli alunni hanno constatato che l'uomo effettua delle scelte a discapito del benessere di Gaia. Le altre domande sorte hanno riguardato il perché le case possono inquinare, portando la classe a riflettere sull'utilizzo di materiali come il metano e il gasolio o il carburante. Ho guidato la discussione spiegando loro che essi sono materiali che se bruciati e liberati nell'atmosfera portano all'ispessimento della "coperta" di Gaia, facendo uscire a fatica il calore accumulato. Un alunno ha fatto notare che sono soprattutto le industrie a immettere questi gas nell'atmosfera, e anche che: "le industrie producono tutte cose che noi usiamo sempre, come i telefoni e i computer". Ho ampliato la riflessione facendo notare ai bambini che l'uomo fa un'azione davvero inquinante, ovvero consuma, producendo le cose che gli

servono, ma soprattutto accumula tanti rifiuti. Un'altra domanda è sorta osservando degli esempi di azioni inquinanti, ovvero: "Perché creare parcheggi inquinati?". Abbiamo ragionato sul fatto che spesso si eliminano le aree verdi delle città per creare parcheggi, cementificando una porzione di suolo. I bambini hanno osservato, quindi, che se portata all'eccesso, essa non è un'azione giusta nei confronti dell'ambiente. Un alunno ha fatto l'esempio di un fatto che ha notato, ovvero l'abbattimento di un albero per rimpiazzarlo con una statua. Questa esperienza ha permesso quindi di ragionare sull'inquinamento anche del suolo, oltre che dell'atmosfera.

Inseguito, i bambini hanno disegnato e scritto cosa significa inquinare. Molti di loro si sono dimostrati tristi al pensiero che l'uomo ha fatto tutto questo, facendo delle osservazioni importanti: "L'aria inquinata viene respirata da tutti". Ci siamo quindi chiesti quali azioni inquinanti abbiamo visto accadere per disegnarle e scriverle.

C: Le tartarughe soffrono perché ingoiano la plastica.

N: Anche l'inchiostro è pericoloso e avvelena gli animali.

B: Sì ma anche le cose che si versano nell'acqua poi distruggono l'ambiente in mare.

Infine, alla lavagna ho raccolto e scritto le idee dei bambini su cosa significa inquinare con alcuni esempi.

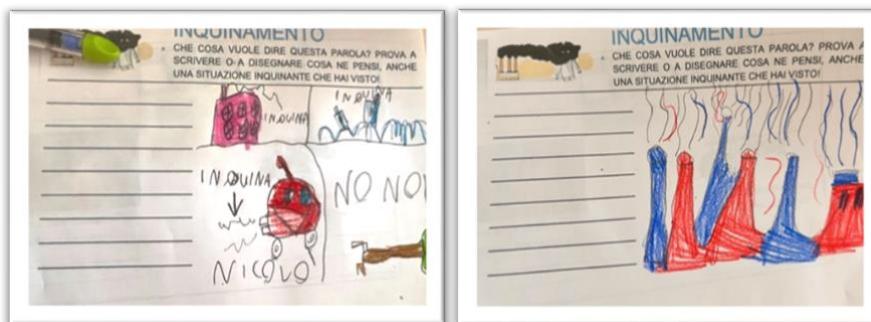




Figura 10: (Fonte: disegni e appunti dei bambini)

Dopo questa attività ho chiesto alla classe cosa si può fare per agire e fare tornare a sorridere Gaia. Gli alunni hanno anticipato ciò che

voglio proporre il prossimo ed ultimo incontro, ovvero ragionare sulle azioni amiche dell'ambiente. Alcune idee sono state:

T: Io so che la fabbrica *Cogne* di Aosta rimette l'acqua che scarica per riutilizzarla.

B: Si può riutilizzare le cose vecchie, io per esempio do i miei vecchi giochi e vestiti al mio cuginetto più piccolo.

N: Mia mamma mi cambia i vestiti per darli ad altri bambini.

A: Io invio dei pacchi ai bambini che hanno perso tante cose per la guerra.

L: Con mia mamma andiamo sempre sulla spiaggia a raccogliere i rifiuti.

C: Anche gli animaletti della sabbia possono sbagliarsi e mangiare cose che fanno male, bisogna toglierli.

A: Io e i miei amici, infatti, puliamo con dei grossi sacchi la montagna vicino a casa mia.

A: Per spostarsi invece si possono usare gli skate.

C: Si devono usare i bus invece che le macchine.

T: Anche i monopattini o le bici, perché vanno velocissimi.

C: Io uso il treno che è meglio delle macchine che inquinano un sacco.

Ho fatto notare loro che tutte queste azioni dimostrano che loro sono consapevoli dell'importanza di preservare l'ambiente, poiché queste azioni non producono eccessivi gas serra. Essi in futuro potranno fare delle scelte più consapevoli e adeguate al loro ambiente, perché, come osservato poco prima, l'ambiente è condiviso da tutti. Infatti, le parole che hanno utilizzato sono state: riciclo, raccogliere, riutilizzo.

Infine, durante gli ultimi minuti abbiamo ragionato su una parola opposta alla parola inquinare, ovvero collaborare. Le osservazioni sono state:

G: Significa aiutare gli altri a fare le cose insieme.

A: Vuole dire fare le stesse cose per aiutarsi.

D: Anche essere bravi a fare le cose per gli altri.

T: Fare le cose con i compagni ma senza fare dispetti.

N: Io faccio così quando voglio fare un piacere alla mamma.

Questo aspetto sarà però approfondito nell'ultimo incontro, perché vorrei che i bambini riflettessero sul perché sia importante collaborare insieme per Gaia.

Per il prossimo e ultimo appuntamento vorrei focalizzarmi meglio su quali azioni si possono fare a scuola e a casa, che siano a basso impatto e opposte alle azioni inquinanti. Molte idee sono già state proposte, ma purtroppo, per mancanza di tempo in questo incontro, non siamo riusciti a scriverle per ricordarle e riflettere su quando è opportuno metterle in pratica. Infatti, prevedo di raccogliere insieme ai bambini le loro idee sul tema delle azioni di collaborazione e adattamento che l'uomo può svolgere per preservare l'aria che respiriamo dai gas serra prodotti in eccesso. Infine, prima del suono della campanella, un'alunna mi ha fatto notare che "Forse pure noi abbiamo inquinato un po' in questi incontri, perché abbiamo usato dei fogli su cui disegnare e scrivere, invece di usare il quaderno". Questa osservazione mi ha colpito nella sua sincerità e lungimiranza, ma soprattutto mi ha sorpreso in positivo, poiché questo dimostra che alcuni alunni riflettono sulle loro azioni in termini di impatto sull'ambiente.

6.5 Il quinto incontro

Durante il quinto e ultimo incontro svolto in classe, ho presentato ai bambini il cartellone delle "Azioni amiche di Gaia", ovvero una raccolta idee per agire in consapevolezza e nel rispetto di Gaia e dell'ambiente. La prima attività che abbiamo svolto è stata una riflessione sulle fonti dell'inquinamento. I bambini hanno colto che l'uso intensivo di mezzi di trasporto come aerei, automobili e moto è da considerarsi inquinante perché gas come l'anidride carbonica e il metano vanno ad ispessire l'atmosfera, che a sua volta fa fatica

ad espellere il calore in eccesso. L'azione di deforestazione e di allevamento intensivo ed estensivo di bovini è sembrato più difficile da spiegare come azione inquinante, perché gli alunni non hanno avuto un'esperienza diretta osservabile nella nostra regione. Ho proposto loro l'esempio della foresta amazzonica, la quale tutt'ora è al centro di una catastrofe ecologica a causa del disboscamento intensivo per dare spazio agli allevamenti di bovini. Abbiamo chiarito, inoltre, che gli alberi sono delle risorse importanti per produrre ossigeno e assorbire l'anidride carbonica, per questo il disboscamento massiccio e incontrollato delle foreste è da considerarsi un'azione inquinante. Gli alunni hanno aggiunto che:

A: Gli alberi trattengono il caldo, e se abbiamo meno alberi non abbiamo tanto ossigeno.

M: Le piante trattengono anche l'anidride carbonica.

M: Perché loro trasformano l'anidride carbonica in ossigeno.

M: Anche gli animali inquinano perché si spreca cibo e i pezzi che non ci piacciono.

B: Il gas che producono va nei prati.

Nella seconda attività ho invece proposto loro di ragionare sull'azione di collaborazione, inoltre i bambini hanno notato che il personaggio di Gaia sorrideva. Ho chiesto alla classe di provare a descrivere in cosa consiste l'azione di collaborazione, raccogliendo le loro idee alla lavagna. Alcuni alunni hanno espresso che:

A: Si deve aiutare quando qualcuno si fa male.

A: Non si deve buttare la carta ma si può riutilizzare in altri modi.

G: Quando si lavora insieme e si mettono le forze insieme.

C: Quando qualcuno è in pericolo o ha bisogno di aiuto può chiamare qualcuno che lo può aiutare, anche se non si conosce una persona dobbiamo aiutarci lo stesso.

Abbiamo chiarito una cosa molto importante che riguarda la collaborazione, ovvero non basta che sia solo un alunno della classe ad impegnarsi a non inquinare, ma tutti insieme dobbiamo agire per il bene di Gaia, perché le nostre azioni avranno conseguenze anche per la vita degli altri esseri viventi. Alcuni esempi di azioni collaborative:

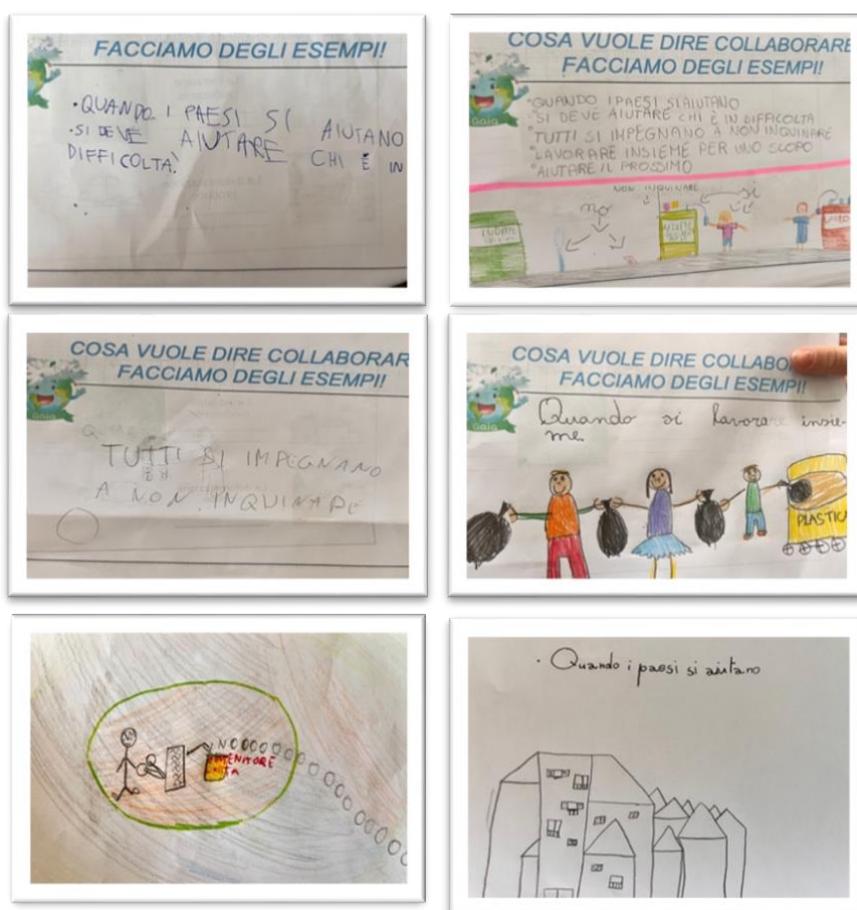


Figura 10: (Fonte: disegni e appunti dei bambini).

Nella terza attività abbiamo proseguito la scoperta delle azioni amiche di Gaia, riflettendo su quanto siano importanti azioni come la condivisione di beni materiali, ad esempio libri, vestiti, automobili, computer. Alcuni alunni hanno obiettato che, tuttavia, i libri sono fatti di carta e per realizzarli sono stati tagliati degli alberi. Ho voluto però fare ragionare la classe sul fatto che il valore del riciclo consiste proprio nel dare nuova vita ad un oggetto che

altrimenti sarebbe scartato. La classe ha allora portato alcuni esempi circa il riutilizzo dei vestiti:

B: Io conosco *Vinted* che serve a comprare vestiti.

P: I vestiti invece di buttarli li diamo ai nostri parenti.

L: Mia mamma da sempre i vestiti che non mi vanno a mio fratello, tanto basta prenderli grandi e ci vanno bene.

V: Mia mamma mi aggiusta i vestiti se mi sono un po' grandi.

Abbiamo proseguito nell'osservare tante altre azioni ecologiche, ad esempio servirsi della bicicletta o del monopattino per spostarsi in città, del treno per i viaggi più lunghi, chiudere l'acqua e spegnere la televisione per risparmiare energia e, infine, fare la raccolta differenziata. Dopo avere fatto alcuni esempi di azioni amiche dell'ambiente, ho dato agli alunni l'iniziativa di riflettere sulle azioni che loro considerano davvero importanti per preservare l'ambiente, che sono state raccolte nel cartellone finale chiamato "Le azioni amiche di Gaia della classe terza". La classe si è impegnata nel realizzare disegni per esprimere le loro idee per quanto riguarda questo importante tema. Molti di loro hanno spiegato che la raccolta differenziata è una delle azioni più importanti da fare, proprio perché i rifiuti sono tanti e bisogna saperli gettare nel posto giusto. Inoltre, alcuni di loro si sono dimostrati sensibili nella scelta del mezzo di trasporto adeguato, poiché hanno espresso la preoccupazione del fatto che l'automobile è usata davvero spesso; perciò, bisogna impegnarsi a scegliere un altro modo per spostarsi senza inquinare. Infine, il cartellone ha raccolto le idee degli alunni:

Le attività proposte durante l'ultima lezione mi hanno confermato che i bambini dimostrano molto interesse nello svolgere azioni ecologiche, perché hanno compreso il concetto di collaborazione. Alcuni alunni hanno portato degli esempi concreti che già mostrano quanto siano attenti a non sprecare oggetti e risorse. Nel loro quotidiano, essi si impegnano a fare in modo di lasciare un ambiente più pulito, svolgendo azioni semplici come scegliere di usare la bicicletta o riciclare un foglio di carta; essi hanno raccontato le loro esperienze sottolineando il divertimento che provano a usare la creatività e l'iniziativa durante azioni quotidiane. Ho osservato che i temi trattati sono stati ascoltati con interesse costante dalla classe, perché ho cercato il più sovente possibile di fare esempi vicini alla loro quotidianità, in modo tale da non situare la conversazione al di là della loro comprensione. Infine, ho notato che ogni alunno ha partecipato attivamente alla discussione, portando la propria esperienza oppure la propria opinione, arricchendo così la comprensione di questo fenomeno da vari punti di vista, ambientale, sociale ed etico. I prossimi sviluppi che potrebbero completare ulteriormente le attività potrebbero riguardare varie uscite sul territorio valdostano, al fine di svolgere osservazioni concrete della riduzione del ghiacciaio presentato durante il secondo incontro. Per verificare l'innalzamento della temperatura a causa dell'aumento dell'effetto serra, si potrebbero misurare le temperature all'esterno e all'interno di una serra, per osservare la variazione della temperatura dovuto al calore trattenuto all'interno della serra. Questi sviluppi sono alcuni esempi di come si potrebbe dare un carattere più concreto alla ricerca, al fine di spostare la discussione anche su un piano pratico oltre che teorico. Infine, Gaia ha incoraggiato gli alunni a continuare queste azioni che, seppur piccole, avranno grandi conseguenze sul comportamento degli esseri umani nei confronti del loro ambiente.

6.6 Riflessioni e conclusioni

Il presente lavoro di tesi ha affrontato il tema del cambiamento climatico da diversi punti di vista. A partire dall'analisi di nuovi studi che considerano l'attuale era geologica parzialmente ma irreversibilmente influenzata dall'uomo, e perciò chiamata Antropocene, ho proseguito la ricerca delle cause che hanno portato la comunità scientifica e le organizzazioni internazionali come l'IPCC a considerare gli effetti del cambiamento climatico totalmente attribuibili alle azioni umane. Dagli studi presi in esame emerge, con più frequenza, la consapevolezza che le conseguenze del cambiamento del clima saranno tali da sconvolgere gli equilibri degli ecosistemi. La ricerca ha approfondito gli accordi presi in ambito internazionale per mettere in pratica ciò che lo scienziato James Lovelock ha ribadito nel 2021, ovvero l'importanza cruciale di realizzare una *partnership with the Earth*. Questa espressione racchiude in sé la consapevolezza che non è possibile realizzare un mondo vivibile se non si attuano le azioni di adattamento e collaborazione per un cambiamento di direzione. Il lavoro di tesi si è ispirato alla teoria elaborata da Lovelock e Margulis nel 1979, dalla quale è stato sviluppato un progetto didattico che ha presentato agli alunni il problema del cambiamento climatico nell'ambiente alpino, con la guida di un personaggio mediatore, Gaia. Questo personaggio, creato con le sembianze del nostro pianeta, ha favorito l'interazione tra gli alunni e il fenomeno dei cambiamenti climatici. Gli alunni hanno dimostrato fin dal primo incontro una particolare sensibilità per quanto riguarda la questione del cambiamento climatico. In particolare, alla vista dei fenomeni climatici estremi, come le inondazioni, gli incendi e la siccità, anche noi proviamo delle emozioni vicine a quelle di Gaia, ovvero tristezza, paura e rabbia. È emerso che gli alunni sono consapevoli che questi fenomeni esistono ma sono intensificati dall'azione dell'uomo, ed è stato interessante capire cosa provoca effettivamente un rialzo della temperatura. Per avvicinare la classe

a questo tema, Gaia ha inviato tre lettere raccontando le cause della sua “febbre” e invitando gli alunni a riflettere sulle cause e le conseguenze relative al fenomeno del riscaldamento globale. I bambini hanno aiutato Gaia attraverso molteplici attività che li ha visti protagonisti per trovare la risposta alla domanda: perché Gaia ha la febbre alta? Insieme abbiamo, quindi, riflettuto sul fatto che la Terra “sente” le medesime sensazioni di un organismo vivente, proprio come la vita che la abita. A partire da questo spunto abbiamo proseguito osservando le trasformazioni climatiche che sta subendo l’ambiente alpino, e le conseguenze che hanno portato a modificare le abitudini di alcuni animali che lo abitano. Riflettendo sulle nozioni di adattamento e mimetismo, abbiamo cercato di trovare delle soluzioni ideali da consigliare agli animali che incorrono in problemi derivanti dalla trasformazione del loro habitat. Un tema che è stato portato all’attenzione dei bambini è stata la fusione dei ghiacciai, testimoni del riscaldamento globale. Ciò che è emerso è stato il fatto che noi esseri umani tendiamo a dare per scontato la presenza di queste importanti riserve di acqua, soprattutto la loro azione di albedo. Attraverso la semplice osservazione di due fotografie scattate a pochi decenni di distanza, i bambini hanno osservato le evidenti differenze dello stesso ghiacciaio, notando con stupore la sua riduzione nel corso del tempo. Questa constatazione ci ha condotti verso la riflessione sulle cause del riscaldamento e sulle fonti dell’inquinamento. L’osservazione delle azioni inquinanti ha portato gli alunni a riflettere su alcuni eventi a cui hanno assistito. Dalle loro testimonianze è emerso che fin troppo spesso assistiamo a scene di inquinamento che sono difficili da contrastare. Tuttavia, gli alunni hanno dimostrato di saperle riconoscere, offrendo anche delle alternative per evitare di svolgere determinate azioni. L’ultima lettera inviata da Gaia ha chiesto ai bambini di essere ancora una volta protagonisti per trovare delle soluzioni ecologiche e non inquinanti. I disegni realizzati dagli alunni hanno fatto emergere due aspetti importanti per realizzare un vero cambiamento

nell'agire umano: la collaborazione e l'adattamento. Inoltre, nei disegni e nei racconti degli alunni è emerso che queste azioni si distinguono per essere facili e divertenti da realizzare. Da questa attività finale abbiamo dedotto che le azioni amiche di Gaia esistono già e noi sappiamo perfettamente come svolgerle, tuttavia, ci siamo dimenticati che il divertimento, la creatività e lo spirito di iniziativa sono la chiave per portarle a termine e per contribuire ad uno scopo più ampio di quello che riusciamo a vedere. Gli alunni hanno dimostrato di comprendere che l'azione di un singolo individuo non basta per fare la differenza, sono le azioni svolte dall'intera comunità che porteranno ad un agire consapevole delle future generazioni. Le riflessioni svolte insieme agli alunni mi hanno insegnato che collaborare significa agire come in una classe scolastica, ovvero ognuno agisce per aiutare gli altri e per realizzare sé stesso e le proprie capacità, contribuendo a raggiungere gli obiettivi prefissati. In questa prospettiva, si permette a ciascuno di esprimersi e di comunicare per arricchire e migliorare la comunità con le sue azioni. La salvaguardia dell'ambiente è un tema che ha toccato la classe, in quanto gli alunni sono presto entrati in sintonia con Gaia, comprendendo che ciò a cui stiamo assistendo avrà delle ripercussioni sul nostro ambiente. Soprattutto, è fondamentale comprendere che le conseguenze del riscaldamento globale colpiranno ogni ecosistema, perciò sarà opportuno trovare delle strategie di adattamento collaborando tutti insieme.

La possibilità di sperimentare in classe ha permesso di sviluppare una maggiore consapevolezza professionale, in quanto, attraverso la ricerca-azione stato possibile migliorare l'apprendimento degli alunni e del mio agire da insegnante. La ricerca-azione ha infatti richiesto diverse fasi di sviluppo e di miglioramento del progetto, poiché alla prassi è stata alternata la riflessione, svolta sia con gli alunni in classe che al termine degli incontri. Questa alternanza ha permesso quindi di sviluppare la consapevolezza di quanto è stato realizzato in classe, in relazione anche a ciò che si è voluto sviluppare negli incontri successivi. Queste modalità di condurre la

ricerca hanno sicuramente favorito la mia crescita in ambito professionale, poiché mi hanno permesso di acquisire varie conoscenze metodologiche riferite al contesto scolastico in cui ho svolto la ricerca. L'alternanza tra la prassi e la riflessione ha permesso di incrementare una maggiore consapevolezza sull'eterogeneità del panorama scolastico, in quanto esso è composto da bisogni, necessità e idee differenti ed è ciò che ha reso la ricerca così unica e originale. La mia crescita professionale è stata possibile proprio per il carattere riflessivo che ha assunto l'indagine durante le fasi di pianificazione, progettazione e sperimentazione. L'analisi a posteriori di quanto è stato svolto mi ha dato l'occasione di riflettere su quanto era emerso, sulle difficoltà e sulle possibili migliorie da proporre l'incontro successivo. In merito a ciò, l'esito dei risultati ottenuti è stato caratterizzato per l'originalità e la specificità date dal contesto in cui sono state svolte le attività.

Le difficoltà che sono emerse non sono state significative, poiché ogni incontro si è svolto a cadenza settimanale grazie alla preziosa collaborazione dell'insegnante accogliente. In questo modo, ogni settimana abbiamo affrontato i diversi temi proposti dalle attività. Analizzando questi incontri, è risultato che il terzo appuntamento ha presentato un aspetto forse più difficile da comprendere per gli alunni. Il fenomeno dell'effetto serra ha presentato qualche difficoltà di comprensione, in quanto per gli alunni risulta un concetto ancora astratto. Un'altra difficoltà che ho constatato è derivata dal fatto che, avendo affrontato questo tema all'inizio dell'anno, alcuni termini come gas serra, anidride carbonica, atmosfera sono stati più difficili da chiarire, in quanto la classe non aveva ancora affrontato l'argomento sulla distinzione tra i materiali solidi, gassosi e liquidi.

In conclusione, ciò che abbiamo elaborato è la consapevolezza che collaborare rende più efficaci azioni come l'adattamento e l'aiuto reciproco. Attraverso di esse si potranno davvero creare le condizioni necessarie per vivere in sintonia con Gaia, in quanto si cercherà di attuare la *partnership with the Earth* ideata da Lovelock.

Le nuove generazioni hanno ricevuto un importante messaggio inviato dalla Terra, ovvero che non si può proseguire sulla strada del passato, ma occorre collaborare per adattarsi alle condizioni ambientali che il pianeta offrirà nel prossimo futuro. L'aver coscienza delle proprie azioni, la collaborazione per aiutarsi a vicenda e la cooperazione per realizzare obiettivi condivisi sono i valori centrali ai quali il presente lavoro di tesi ha cercato di sviluppare e approfondire nella scuola, in quanto luogo di formazione e apprendimento di tutti.

BIBLIOGRAFIA

Adattamenti delle Indicazioni Nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione, (2016). <https://scuole.vda.it/images/adattamenti/inf-primo.pdf>

Agenzia europea dell'ambiente, (2021) L'aria che respiro. <https://ancler.org>.

Angelini A., Pizzuto P. (2007) Manuale di ecologia, sostenibilità ed educazione ambientale. <https://iris.unipa.it/retrieve/handle/10447/39490/380672/ECOLOGIA%20SOSTENIBILITA>.

Angelini A., (2008) *Il futuro di Gaia – I libri dell'Unesco*, Armando Editore, Roma.

Ball, S.J., (2006) Sociologia das Políticas Educacionais e Pesquisa Crítico-Social: Uma Revisão Pessoal das Políticas Educacionais e da Pesquisa em Política Educacional, *Curriculo Sem Front.*, 6, 10–32.

Balocco V., (2021) Agenda 2030 e i 17 Obiettivi di Sviluppo sostenibile: il vademecum completo, <https://www.esg360.it/environmental/agenda-2030-e-i-17-obiettivi-di-sviluppo-sostenibile-il-vademecum-completo/>.

Balocco V., (2021) Accordo sul clima di Parigi: che cos'è, cosa chiede, come sta evolvendo. <https://www.esg360.it/normative-e-compliance/accordo-sul-clima-di-parigi-che-cose-cosa-chiede-come-sta-evolvendo/>.

Balocco V., (2022) COP27 - ULTIMO ATTO: Nasce il fondo Loss&Damage, ma Ue e Onu sono deluse: 'Sullo stop ai fossili neppure una parola'. <https://www.esg360.it/environmental/cop27-la-fine-nasce-il-fondo-lossdamage-ma-ue-e-onu-sono-deluse-sullo-stop-ai-fossili-neppure-una-parola/>

Barbiero G., (2023) Gaia e il simbiote umano.
https://www.univda.it/wp-content/uploads/2018/11/2011-Naturalmente-113-3-9_wo.pdf

Bateson G., (1984), *Mente e Natura, un'unità necessaria*, Adelphi, Milano.

Belardinelli S., Distefano T., (2022) Ritorno al futuro. L'Agenda 2030 e la sostenibilità: un dibattito aperto.
<https://ilbolive.unipd.it/it/news/ritorno-futuro-lagenda-2030-sostenibilita>

Blasdel, A. (2017) 'A reckoning for our species': the philosopher prophet of the Anthropocene.
<https://www.theguardian.com/world/2017/jun/15/timothy-morton-anthropocene-philosopher>.

Bougleux, E. (2017) Incertezza e cambiamento climatico nell'era dell'Antropocene.
<https://rivisteclub.it/index.php/etnoantropologia/article/view/237/377>.

Buonocore M., (2023) Un'azione urgente per il clima può garantire un futuro vivibile per tutti, Climate Change 2023 Rapporto di Sintesi, IPCC Focal point for Italy.
https://files.cmcc.it/ar6/syr/IPCC_ar6_SYR_COMUNICATO_STA_MPA.pdf

Carbon Tracker Initiative (2023) The \$2 trillion stranded assets danger zone: How fossil fuel firms risk destroying investor returns.
<https://carbontracker.org/reports/stranded-assets-danger-zone/>.

Carrington D., (2021) Climate crisis “unequivocally” caused by human activities, says IPCC report.
<https://www.theguardian.com/environment/2021/aug/09/climate-crisis-unequivocally-caused-by-human-activities-says-ipcc-report>.

Costa C., (2022) Protocollo di Kyoto: cos'è, come nasce e cosa prevede. <https://www.esg360.it/environmental/protocollo-di-kyoto-cose-come-nasce-e-cosa-prevede/>.

Davison, N. (2019) The Anthropocene epoch: have we entered a new phase of planetary history? <https://www.theguardian.com/environment/2019/may/30/anthropocene-epoch-have-we-entered-a-new-phase-of-planetary-history>.

Dawkins, R. (1982) *Extended phenotype*. Oxford Univ Press.

Demaria, F. (2017) Sustainable development is failing but there are alternatives to capitalism. <https://www.theguardian.com/sustainable-business/2015/jul/21/capitalism-alternatives-sustainable-development-failing>

De Simone C., (2007) Tempo e clima. https://www.treccani.it/enciclopedia/tempo-e-clima_%28Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica%29/.

Donahue T. J., (September 2009) Anthropocentrism and the Argument from Gaia Theory, *Ethics & Environment*, Vol.15, No. 2.

Doolittle W., (1981) Is Nature Really Motherly? *CoEvolution Quarterly*, p. 58 – 63.

Dodman, M. (2000) Prassi riflessiva e ricerca-azione nell'insegnamento linguistico, in Cavagnoli S. & Schwegkofler A. (eds) *Linguaggi specialistici e la loro didattica* Bolzano: Accademia Europea

Elliott J., (1991) *Action research for educational change*, Developing Teachers and Teaching, Milton Keynes: Open University Press, Philadelphia.

Elmhadi Lichtsteiner M., Kern T., Pisani C., (2023) Le proteste per il clima hanno bisogno della disobbedienza civile? <https://www.swissinfo.ch/ita/societa/le-proteste-per-il-clima-hanno-bisogno-della-disobbedienza-civile-/48450514>

Ente Nazionale per l'aviazione civile (2023), Il Protocollo di Kyoto.
<https://www.enac.gov.it/ambiente/impatto-ambientale/le-emissioni-gassose/il-protocollo-di-kyoto>

ESG 360, (2021), Cambiamento climatico: cos'è, cause, conseguenze e soluzioni del Climate Change,
<https://www.esg360.it/environmental/climate-change-che-cose-che-impatto-ha-come-sta-evolvendo/>.

Freire, P., (2016) Pedagogia do oprimido, *Paz & Terra*: Sao Paulo, Brazil, 62nd ed.; 41-114.

Freire, P., (2020) Educação Como Prática da Liberdade, *Paz & Terra: Sao Paulo, Brazil*, 48th ed., 89-148.

Georgiadis T., Mariani L., (2006) Clima e cambiamento climatico, I. Profilo storico, atmosferico, atmosfera e clima, variabilità del clima, ruolo delle nubi, climate change. I. Historical profile, atmosphere and. Climate, climate variability, role of clouds. *Rivista italiana di Agrometeorologia*, 4-18 (1).

Greco P., Massariolo A., (2019) L'impronta umana sul clima.
<https://ilbolive.unipd.it/it/cambiamento-climatico-colpa-uomo>.

Harvey, F. (2021) Major climate changes inevitable and irreversible IPCC's starkest warning yet.
<https://www.theguardian.com/science/2021/aug/09/humans-have-caused-unprecedented-and-irreversible-change-to-climate-scientists-warn>.

Howard, E. (2015) What is fossil fuel divestment? <https://www.theguardian.com/environment/2015/mar/09/what-is-fossil-fuel-divestment>.

Hood, S., Kelley, P., & Mayall, B. (1996). Children as Research Subjects: A Risky Enterprise. *Children and Society*, 10, 117-128.

International Geosphere-Biosphere Programme (2010) Have we entered the “Anthropocene”?,

<http://www.igbp.net/news/opinion/opinion/haveweenteredtheanthropocene.5.d8b4c3c12bf3be638a8000578.html>

International Panel for Climate Change (IPCC), (2022), Mitigation of Climate Change 2022 Working Group III contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_FullReport.pdf.

IPCC (2023), Synthesis Report of the IPCC sixth assessment report (AR6) Longer Report,

https://report.ipcc.ch/ar6syr/pdf/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), (2023), Protocollo di Kyoto.

<https://www.isprambiente.gov.it/it/servizi/registro-italiano-emission-trading/contesto/protocollo-di-kyoto>.

Joyce J., *Ulysses*, Shakespeare & Company, 1929.

Lenton T. M., Van Oijen M., (2002), Gaia as a complex adaptive system, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 357: 683-695.

Lovelock, J. E., & Margulis, L. (1974) Atmospheric homeostasis by and for the biosphere: the Gaia hypothesis. *Tellus*, 26(1-2), 2–10.

Lovelock, J., (1988) *The ages of Gaia*, Oxford University Press, Oxford

Lovelock, J. (2006) *The Revenge of Gaia*, New York: Basic Books.

Lovelock J., (2021) Beware: Gaia may destroy humans before we destroy the Earth.

<https://www.theguardian.com/commentisfree/2021/nov/02/beware-gaia-theory-climate-crisis-earth>.

Macfarlane, R., (2018) Generation Anthropocene: How humans have altered the planet forever. <https://www.theguardian.com/books/2016/apr/01/generation-anthropocene-altered-planet-for-ever>

Mejía-Cáceres, M.A.; Rieckmann, M.; Foleña Araújo, M.L. Political Discourses as A Resource for Climate Change Education: Promoting Critical Thinking by Closing the Gap between Science Education and Political Education. *Sustainability* 2023, 15, 6672. <https://doi.org/10.3390/su15086672>

Meteorological Office, (2018) What is climate change? <https://www.metoffice.gov.uk/weather/climate-change/what-is-climate-change>.

Minigher A., Cirilli S., Mosetti R., (2019) I cambiamenti climatici, *Rapporti OM* N.187. 2-30. https://arts.units.it/bitstream/11368/2948871/4/ROM_187_I_cambiamenti_climatici.pdf.

Mottl O. *et al.*, (2021), Global acceleration in rates of vegetation change over the past 18,000 years. *Science* **372**,860-864. DOI:[10.1126/science.abg1685](https://doi.org/10.1126/science.abg1685).

Noguera, A.P., (2004) El Reencarnamiento del Mundo, 1st ed.; Mexico, D.F., *Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente-PNUMA: Mexico*, 27-106.

Pasini A. (2003) *I cambiamenti climatici, meteorologia e clima simulato*, Pearson, Italia S.p.a.

Parricchi, M. (2021) Citizenship itineraries at school. Economy and sustainability for a plural world. *Pedagogia oggi*, 19(2), 46-53.

Riley, T. (2017) Just 100 companies responsible for 71% of global emissions, study says. *The Guardian* <https://www.theguardian.com/sustainable-business/2017/jul/10/100-fossil-fuel-companies-investors-responsible-71-global-emissions-cdp-study-climate-change>

Ronchi C. Loglisci N., (2023) Tra passato, presente e futuro, *Neve e Valanghe*, ARPA Piemonte, 6-19, https://aineva.it/wp-content/uploads/Pubblicazioni/Rivista63/NV63_1.pdf

Rouf, A., (2011) The Corporate Social Responsibility Disclosure: A Study of Listed Companies in Bangladesh, *Business and Economics Research Journal*, Vo.2, N°3. Pp 19-32, www.berjournal.com.

Singh, V., (2022) Toward a transdisciplinary, justice-centered pedagogy of climate change, *Curriculum and learning for Climate Action*, Iyengar, R., Kwauk, C., Eds.; BRILL, NY, USA, 2022; Volume 5, 169-187.

Smith P., M. Bustamante, H. Ahammad, H. Clark, H. Dong, E.A. Elsiddig, H. Haberl, R. Harper, J. House, M. Jafari, O. Masera, C. Mbow, N.H. Ravindranath, C.W. Rice, C. Robledo Abad, A. Romanovskaya, F. Sperling, and F. Tubiello, (2014), Agriculture, Forestry and Other Land In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate, *Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York*, https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_chapter11.pdf.

The Economist, (2022), The World is going to miss the totemic 1.5°C climate target. <https://www.economist.com/interactive/briefing/2022/11/05/the-world-is-going-to-miss-the-totemic-1-5c-climate-target>.

The Guardian, (2011) Which industries and activities emit the most carbon? <https://www.theguardian.com/environment/2011/apr/28/industries-sectors-carbon-emissions>.

United Nations, (2022) What is Climate Change? <https://www.un.org/en/climatechange/what-is-climate-change>.

UNESCO, (2023) Climate change and the right to education, https://www.unesco.org/en/articles/climate-change-and-right-education?TSPD_101_R0=080713870fab20008fc9441ac6aa66b3ca4ac536fce51f5c535648b51377e5d7c91c0c907ad57b93080c829f621430007aff19c28897d5ff0a15db3d4c1e8991a82ece218475cdc8be5273256578384baa99837ae636f4a7a1092dd1836b836d.

Wilkinson D. M., (1999) Is Gaia Really Conventional Ecology? *Oikos*, 84(3), 533, <https://doi.org/10.2307/3546433>

WWF Svizzera, (2023) Effetto serra: come i gas serra cambiano il clima, <https://www.wwf.ch/it/i-nostri-obiettivi/effetto-serra-come-i-gas-serra-cambiano-il-clima>.