

Curricolo classe quinta

Guida didattica per gli insegnanti

LA DECARBONIZZAZIONE

A cura di Cecilia Sabato

PhD Contemporary Humanism - LUMSA

Indice

Contenuto scientifico

Obiettivi generali

Risultati di apprendimento attesi

Competenze STEM

Metodologia di insegnamento/schema degli incontri

Materiali da utilizzare

Tipo di ambiente

Contenuto scientifico

Una delle chiavi per il contenimento e l'azzeramento dei gas serra è la decarbonizzazione energetica. Ne consegue che se si vogliono abbassare le emissioni di gas serra in atmosfera, e in questo modo combattere il cambiamento climatico (climate change), sarà necessario intervenire in modo progressivamente sempre più forte sul settore dell'energia, favorendo la "transizione" che condurrà alla decarbonizzazione. Questo vorrà dire essenzialmente passare dall'utilizzo di fonti di energia da combustibili fossili come il petrolio, il gas e il carbone a fonti rinnovabili, che si tratti di utilizzarle per il riscaldamento, per la produzione di energia elettrica, per l'industria o per i trasporti.

Poiché questo obiettivo comporta grande impegno, è bene dare qualche cifra da cui trarre forte motivazione. Attualmente la presenza di CO₂ nell'atmosfera è quantificabile in 415 parti su un milione, di poco inferiore alla quantità presente un milione di anni fa quando era 430 parti su un milione. All'epoca la temperatura era (conseguentemente) più elevata, l'Antartide era ricoperto di foreste e il livello degli oceani era maggiore di 20-30 m. Molte delle terre attualmente emerse erano ricoperte d'acqua (sicuramente la penisola italiana). Poiché l'attuale sistema produttivo industriale immette in atmosfera 1,7 parti di CO₂ per milione ogni anno, in assenza di trasformazioni, in pochi anni verrà raggiunta la concentrazione di CO₂ di allora con gli esiti sul clima e sull'ambiente che si imporranno in poco tempo. Va notato che nel 1870, quando ancora l'industria e i trasporti moderni non esistevano, la CO₂ nell'atmosfera era di 278 parti per un milione. L'abbassamento di quel dato si era lentamente affermato per effetto della fotosintesi clorofilliana di foreste e alghe diffuse su tutto il pianeta, mentre il valore antico così elevato era la conseguenza di eruzioni vulcaniche, terremoti, spostamenti della crosta terrestre etc.

Il termine "**decarbonizzazione**" significa letteralmente riduzione del carbonio. Il processo della decarbonizzazione indica la conversione ad un sistema economico che riduca in modo sostenibile l'anidride carbonica (CO₂) fino alla sua privazione in futuro. Per definire il significato della decarbonizzazione del settore energetico si deve partire dal concetto di riduzione nel tempo del rapporto tra le emissioni di gas serra di un singolo Paese, dovute all'utilizzo di materie prime necessarie al settore dell'energia, e la quantità di energia consumata nello stesso arco temporale. Per arrivare a questo risultato si può scegliere di utilizzare fonti fossili con un minore contenuto di carbonio, ad esempio privilegiando il gas naturale in luogo del carbone, oppure sostituire le fonti di produzione fossili con quelle rinnovabili, quindi l'eolico, il fotovoltaico, le biomasse, che hanno la capacità di "decarbonizzare" in maniera molto più intensa il sistema energetico globale.

Per ottenere lo stesso risultato esistono anche altri metodi che portano alla *carbon neutrality*, che sono però tecnologicamente più complicati e molto più costosi, come le tecniche che impediscono il rilascio di CO₂ in atmosfera con sistemi di depurazione dei fumi, se parliamo di impianti industriali, o quelle che riescono a "catturare" l'anidride carbonica già presente nell'aria imprigionandola e stoccandola. Più semplice, invece, anche se le spese vengono ammortizzate nel lungo periodo, contenere per quanto possibile le emissioni, ad esempio utilizzando fonti di energie rinnovabili, pensando contemporaneamente a moltiplicare tutte quelle risorse naturali utili ad assorbire CO₂, come ad esempio le alghe, le piante e gli alberi.

La **CO₂** (anidride carbonica o biossido di carbonio) è un gas inerte, inodore ed incolore, contenuto ad esempio anche nell'acqua minerale, e naturalmente presente in atmosfera in concentrazioni limitate. È un componente naturale e vitale dell'atmosfera e un prodotto metabolico della respirazione umana, animale e vegetale. La CO₂ non è tossica, non è nociva: è un composto atmosferico "naturale" ed è sintetizzata, al momento della fotosintesi delle piante, con l'acqua (H₂O) ed energia (Sole) in idrati di carbonio (zucchero) e ossigeno (O₂).

A partire dalla seconda metà del 1700, le emissioni di CO₂, connesse con le attività umane durante la rivoluzione industriale, hanno fatto sì che questo gas si sia progressivamente accumulato in atmosfera, accentuando l'effetto serra e determinando il riscaldamento del clima terrestre, il quale è, a sua volta, causa di squilibri del comparto atmosferico, idrico e biologico, con conseguenze prospetticamente sempre più rilevanti sull'uomo e sull'ambiente.

Attualmente, si calcola che la concentrazione in atmosfera dell'anidride carbonica supera del 40% il livello registrato agli inizi dell'era industriale e che la CO₂ è responsabile del 63% del riscaldamento globale causato dall'uomo mentre il metano è responsabile del 19% e l'ossido di azoto del 6% (siamo pericolosamente prossimi al limite di concentrazione atmosferica di CO₂ per poter limitare l'incremento di temperatura sotto i 2 °C).

L'uomo ha infatti man mano accresciuto l'uso di combustibili fossili (petrolio, gas naturale, carbone) a scopo combustivo: in questo modo è andato ad estrarre il carbonio che era contenuto nel sottosuolo nelle molecole organiche di questi combustibili, bruciandole e reimmettendo così il carbonio in atmosfera in forma ossidata (la CO₂, appunto).

Le emissioni di CO₂ atmosferica oggi sono primariamente il risultato dell'ossidazione (combustione) dei combustibili fossili, i quali effettivamente costituiscono la principale fonte umana di emissione atmosferica di CO₂ dell'era moderna, la quale, a sua volta, si costituisce oggi come il principale responsabile dell'aumento dell'effetto serra indotto dalle attività umane, una situazione fortemente differente rispetto a condizioni pre-industriali quando il principale gas serra era il vapore acqueo (si deve considerare, per esempio, che la combustione di un litro di benzina - 0,74 kg - genera circa 2,34 kg di CO₂ e vapore acqueo). Inoltre, occorrono circa 10,4 kg ossia 10'000 litri d'aria. Con una percentuale d'ossigeno del 21%, ciò significa circa 2,2 kg d'ossigeno).

Questa particolare attività di combustione è alla base di moltissime altre, come la produzione di energia elettrica, lo spostamento di veicoli o lo smaltimento dei rifiuti. Anche il disboscamento e la deforestazione sono attività umane che contribuiscono significativamente all'aumento della concentrazione atmosferica di CO₂. In questo caso, non immettendo nuove molecole in ambiente, ma togliendo gli organismi che naturalmente la rimuovono, e quindi favorendone l'accumulo.

La deforestazione è ritenuta essere la seconda causa del riscaldamento globale, dopo la combustione dei materiali a base di carbonio.

Il rilascio naturale di CO₂ in atmosfera avviene principalmente a causa di eruzioni vulcaniche, fumarole, geyser o incendi. Nonostante la sua bassa concentrazione rispetto agli altri componenti

dell'atmosfera, la CO₂ riveste però anche un ruolo fondamentale per il mantenimento abbastanza costante della temperatura durante l'escursione termica giorno-notte. Senza l'effetto serra dovuto in gran parte alla CO₂, la temperatura superficiale media della Terra sarebbe di circa -18 °C. L'effetto serra, presente naturalmente sulla Terra, rende dunque possibile la vita come la conosciamo. L'attuale temperatura media mondiale è più alta di 0,85°C rispetto ai livelli della fine del XIX secolo. Ciascuno degli ultimi tre decenni è stato più caldo dei precedenti decenni, da quando sono iniziate le prime rilevazioni nel 1850.

La CO₂ è parte integrante del **ciclo del carbonio**. La vita, per come la concepiamo oggi sulla Terra, è basata sul carbonio. Tutti gli organismi con le loro cellule, attraverso i loro meccanismi biochimici e con le loro strutture, dipendono da questo fondamentale elemento.

Il carbonio è infatti l'elemento che fa da ossatura a ogni molecola biologica ed è presente sul nostro pianeta in una quantità dell'ordine di migliaia di miliardi di tonnellate.

L'insieme di processi che descrive come questa enorme quantità di materia viene prelevata dalle riserve più cospicue dove si è accumulata nel tempo (ovvero le rocce e i depositi fossili come i giacimenti di carbone e di petrolio) e viene utilizzata e trasferita all'ambiente con dei meccanismi che coinvolgono l'intera biosfera è definito ciclo del carbonio. Attraverso la fotosintesi, il carbonio presente in atmosfera come anidride carbonica viene fissato in composti organici come carboidrati, grassi, proteine e altre molecole biologiche. Attraverso la respirazione da parte degli esseri viventi (animali e vegetali) una quota di questo carbonio incamerato viene reimpresso in atmosfera o nelle acque (se gli organismi vivono sotto la superficie dell'acqua).

Una parte del carbonio immagazzinato nei tessuti degli organismi vegetali passa agli animali che se ne cibano. Ulteriori processi propri degli animali erbivori degraderanno i composti del carbonio per riutilizzare questa preziosa risorsa come energia. Anche dalla respirazione degli erbivori un'altra quota di carbonio, combinato sempre in CO₂, verrà reintrodotta nell'atmosfera. Ma gli stessi erbivori saranno cibo per altri animali e una quota di carbonio (quella organicata nei tessuti) passerà a nuovi organismi. Più di 700 miliardi di tonnellate è la quantità di carbonio che resta "imprigionata" nei tessuti e nelle secrezioni di animali e vegetali una volta morti. Questa enorme mole di materia organica è una delle principali fonti di cibo per gli organismi decompositori che vivono nel suolo o nei mari. Piccoli invertebrati, batteri e funghi con la loro azione liberano gli elementi che costituiscono la materia vivente, permettendo quindi al carbonio di essere nuovamente liberato nell'atmosfera e nell'acqua, e quindi a disposizione per le piante.

Una volta generata tramite respirazione cellulare, combustione o decomposizione di materiale organico, la CO₂ trova il suo "destino ambientale" in atmosfera, dove permane per lungo tempo contribuendo all'effetto serra naturale: l'effetto serra è il fenomeno di termoregolazione naturale della Terra, che permette condizioni termiche idonee alla nascita ed al mantenimento della vita terrestre. Una sorta di "maglione naturale" insomma, che grazie ad un complesso bilancio termico, mantiene una temperatura relativamente omogenea e costante su tutta la crosta terrestre.

Una temperatura che però può aumentare anche e soprattutto in ragione dell'emissione antropica di CO₂ e degli altri gas ad effetto serra, portando così ad un riscaldamento non naturale del clima globale, eccessivo e pericoloso: il riscaldamento climatico. Tali gas presenti nell'atmosfera terrestre catturano il calore del sole impedendogli di ritornare nello spazio.

I **cambiamenti climatici**, dovuti al riscaldamento globale, interessano tutte le regioni del mondo. Le calotte polari si sciolgono e cresce il livello dei mari. In alcune regioni i fenomeni meteorologici estremi e le precipitazioni sono sempre più diffusi, mentre altre sono colpite da siccità e ondate di calore senza precedenti.

Le forti precipitazioni e altri eventi climatici estremi stanno diventando sempre più frequenti. Ciò può causare inondazioni e un deterioramento della qualità dell'acqua, e in alcune regioni anche la progressiva carenza di risorse idriche.

I cambiamenti climatici stanno già avendo un impatto sulla salute: in alcune regioni si registra un aumento nel numero di decessi dovuti al calore e in altre si assiste a un aumento delle morti causate dal freddo; si osservano già alcuni cambiamenti nella distribuzione di determinate malattie trasmesse dall'acqua e dai vettori di malattie.

I danni alle case, alle infrastrutture e alla salute umana impongono elevati costi alla società e all'economia. Tra il 1980 e il 2011 le alluvioni hanno colpito più di 5,5 milioni di persone e provocato perdite economiche dirette per oltre 90 miliardi di euro. I settori che dipendono fortemente da determinate temperature e livelli di precipitazioni come l'agricoltura, la silvicoltura, l'energia e il turismo, sono particolarmente colpiti.

Se non si instaura un'inversione di tendenza volta ad una importante riduzione delle emissioni di CO₂ questi fenomeni dovrebbero intensificarsi nei prossimi decenni.

Per contrastare i cambiamenti climatici, il Parlamento europeo ha approvato la legge europea sul clima, che innalza l'obiettivo di riduzione delle emissioni dell'UE per il 2030 dal 40% ad almeno il 55%, rendendo giuridicamente vincolante la neutralità climatica entro il 2050. La legge sul clima fa parte del Green Deal Europeo, la tabella di marcia dell'UE verso la neutralità climatica. Per raggiungere il suo obiettivo climatico, l'Unione Europea ha elaborato un ambizioso pacchetto legislativo noto come "Pronti per il 55%" che comprende la revisione di 13 leggi interconnesse tra loro, insieme a sei proposte di legge su clima ed energia. Per esempio, l'aviazione civile rappresenta il 13,4% delle emissioni totali di CO₂ dei trasporti dell'UE. I deputati vogliono che l'olio da cucina usato, il carburante sintetico o persino l'idrogeno diventino gradualmente la norma per il carburante per aerei. Vogliono che i fornitori inizino a fornire carburante sostenibile dal 2025, raggiungendo l'85% di tutto il carburante per aerei negli aeroporti dell'UE entro il 2050.

Il 15% delle emissioni di CO₂ in Europa è prodotto dalle auto e dai furgoni. Il Parlamento ha appoggiato la proposta della Commissione di zero emissioni per automobili e furgoni nel 2035. Gli obiettivi intermedi di riduzione delle emissioni per il 2030 sarebbero fissati al 55% per le automobili e al 50% per i furgoni. Il Parlamento ha convenuto di introdurre la tariffazione del carbonio per il trasporto su strada e il riscaldamento. I deputati vogliono che le aziende paghino un prezzo del

carbonio su prodotti come carburante o olio combustibile, mentre i consumatori regolari sarebbero esentati fino al 2029.

Circa il 60% delle emissioni totali dell'UE proviene da trasporti, agricoltura, edilizia e gestione dei rifiuti. Questi settori non fanno parte dell'attuale sistema di scambio di quote. La Commissione ha proposto un taglio nelle emissioni di questi settori del 40% entro il 2030 rispetto ai livelli del 2005. Le foreste dell'UE sono in grado di assorbire l'equivalente di circa il 7% di tutti i gas serra emessi dall'UE ogni anno. L'Unione Europea è intenzionata a usare questa capacità per combattere il cambiamento climatico. L'8 giugno 2022 il Parlamento europeo ha adottato la sua posizione su una proposta di legge per ridurre le emissioni di gas serra e migliorare i pozzi naturali di carbonio nei settori dell'uso del suolo, del cambiamento dell'uso del suolo e della silvicoltura. Questi settori coprono l'uso di suoli, alberi, piante, biomassa e legname. I deputati hanno sostenuto l'aumento dell'obiettivo per i pozzi di carbonio in questi settori, che porterebbe a una riduzione ancora maggiore delle emissioni dell'UE rispetto all'obiettivo del 55% fissato per il 2030.

Sono state avanzate alcune proposte d'ingegneria per la cattura della CO₂ direttamente dall'atmosfera ma gli sviluppi, se pur ben promettenti, sono solo agli inizi. Attualmente sono in corso esperimenti su dei prototipi, ma non è ancora possibile predire se sarà possibile applicarli su vasta scala.

Il principale metodo per smaltire enormi quantità di biossido di carbonio è la fotosintesi clorofilliana svolta dai vegetali: questo processo coinvolge luce, biossido di carbonio e acqua trasformandoli in ossigeno e glucosio; consiste quindi nel piantare e/o preservare foreste da deforestazione e incendi. Questo è il modo più semplice, economico e spontaneo che avviene naturalmente sul nostro Pianeta da quando esistono i vegetali. Esso fa parte, inoltre, delle misure adottabili secondo il Protocollo di Kyoto per rispettare i vincoli sulle emissioni di CO₂ da parte di ciascun paese.

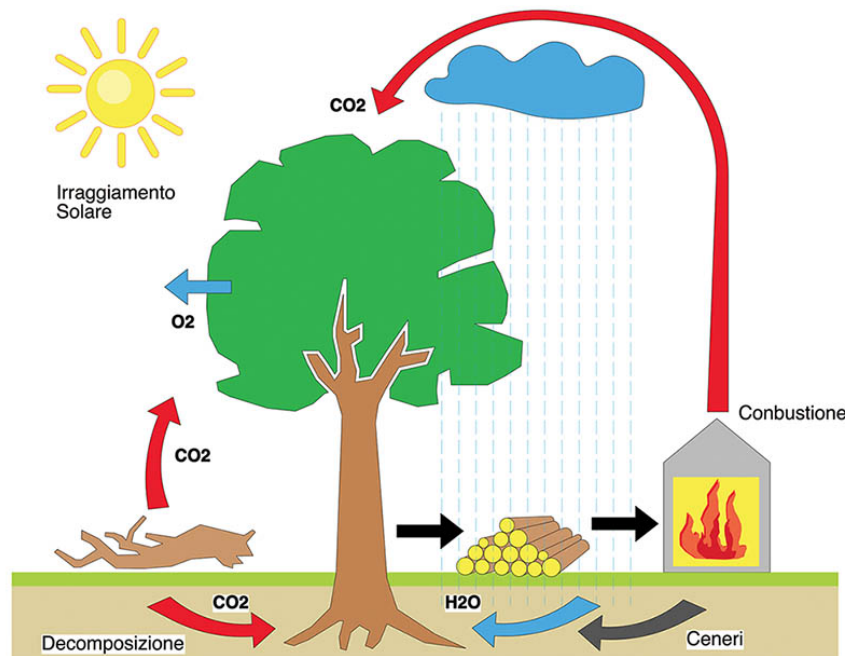
Sono allo studio metodi artificiali, appartenenti alla cosiddetta "geoingegneria", per la cattura e sequestro del carbonio (in inglese **Carbon Capture and Sequestration**, abbreviato in **CCS**) col fine di catturare, trasportare e stoccare la CO₂ per contrastare l'innalzamento della concentrazione di questo gas serra in atmosfera. In tal caso, la cattura del biossido di carbonio si ha nei siti ove viene prodotta in grande quantità; il "sequestro" (o stoccaggio) consiste nell'iniezione nel sottosuolo ove l'anidride carbonica può rimanere segregata grazie a diversi meccanismi chimico-fisici.

Il legno, materiale da costruzione più rinnovabile al mondo, offre un vantaggio ulteriore e di primaria importanza, ovvero intrappola al suo interno oltre una tonnellata di anidride carbonica per metro cubo e contribuisce così a contrastare l'effetto serra. Questa straordinaria capacità è maggiormente sviluppata nelle piante giovani, un dato che incentiva il ricambio e la piantumazione costante degli alberi, i quali una volta maturati vengono impiegati per costruzioni cento per cento riciclabili e a zero impatto ambientale.

Il ciclo dell'anidride carbonica, con i suoi momenti di accumulo nel suolo e nell'aria e la conversione in materia vivente (in particolare, legno) è mostrato nella seguente figura:

CICLO DEL CO₂ (diossido di carbonio o anidride carbonica)

Il Ciclo è chiuso: nessun contributo all'effetto serra.



Ciclo dell'anidride carbonica nel legno: quando gli elementi in legno escono dal ciclo di utilizzo, possono essere utilizzati a scopo energetico (per esempio biomasse), o venire decomposti come prodotti iniziali. In entrambi i casi, viene liberata la stessa quantità di CO₂ che l'albero ha precedentemente prelevato dall'atmosfera, il ciclo pertanto si chiude alla pari, senza danni per l'ambiente.

Alluminio, ferro, acciaio, plastiche sono materiali che per la loro produzione richiedono enormi energie dalle forti emissioni nocive in atmosfera che si sommano ai danni ambientali causati dall'estrazione minerale e dai cicli di verniciatura realizzati con l'ausilio di solventi sintetici e componenti tossici. Sono a conoscenza di tutti anche i problemi di salute legati all'uso di materiali compositi e la costante e difficile battaglia degli enti di sorveglianza contro le importazioni di materiali tossici e pericolosi più disparati. Tutto questo viene sottolineato quotidianamente dai mezzi di informazione.

Il legno, in rapporto a questa problematica, ha un comportamento nettamente più favorevole rispetto agli altri materiali da costruzione. L'albero durante la sua crescita accumula CO₂ dall'aria. Il carbonio (C) è utilizzato per la costruzione di sostanze organiche, l'ossigeno (O₂) viene rilasciato nell'ambiente. Un abete alto 25 metri libera quotidianamente una quantità di ossigeno necessaria alla respirazione di quattro uomini. Anch'esso nel suo ciclo vitale, più invecchia, più lentamente cresce. Con gli anni assorbe anche sempre meno CO₂. Se un albero maturo non venisse abbattuto, con il tempo deperirebbe e marcirebbe rilasciando in atmosfera, nel processo di marcescenza, lo stesso quantitativo di CO₂ incamerato durante il suo ciclo di vita. Se invece l'albero viene sostituito da nuove piante ed utilizzato per elaborare prodotti in legno, il carbonio rimane immagazzinato in un deposito in cui rimane per decenni, forse addirittura per secoli.

Ogni elemento in legno è un “serbatoio” di stoccaggio di CO₂. Quando i prodotti in legno escono dal ciclo di utilizzo, possono essere riutilizzati a scopo energetico (per esempio biomasse), o venir decomposti come prodotti iniziali. In entrambi i casi viene liberata la stessa quantità di CO₂ che l’albero ha precedentemente prelevato dall’atmosfera, il ciclo si chiude così “alla pari”, senza danni per l’ambiente.

Produttori di elementi in legno più sensibili e rispettosi dell’ambiente, si sono dotati di appositi impianti per la generazione di energia derivante dagli scarti della lavorazione del legno e dal suo recupero a fine vita: le centrali termiche a biomassa legnosa. L’energia così prodotta viene utilizzata nei cicli produttivi innescando un ciclo energetico eco-sostenibile e capace di annullare l’innalzamento delle emissioni. Naturalmente questo ciclo di “energia pulita” si ottiene esclusivamente utilizzando il legno, mentre non è possibile con gli altri materiali da costruzione, in particolare acciaio, alluminio, plastiche il cui riciclo e processo di trasformazione e di recupero necessita di enormi energie che a sua volta producono nuove emissioni in atmosfera. Il taglio di selezione degli alberi prevede il taglio delle sole piante mature per lasciare il posto alla crescita dei nuovi alberi per il rinnovamento delle foreste e per aumentare la produzione di ossigeno per il Pianeta.

La coscienza, la sensibilità umana e la cultura dell’individuo sono ambiti nei quali l’educazione primaria può innestare i valori che conducono alla “cittadinanza ecologica”. Lo sviluppo di atteggiamenti ecologici e abitudini di consumo nei bambini della Scuola Primaria si basa sulla trasmissione di conoscenze scientifiche alla base di uno stile di vita sostenibile. L’esistenza di leggi e norme non è sufficiente a lungo termine per limitare i cattivi comportamenti, anche quando esista un valido controllo. Affinché la norma giuridica produca effetti rilevanti e duraturi, è necessario che la maggior parte dei membri della società l’abbia accettata a partire da motivazioni adeguate, e reagisca secondo una trasformazione personale. Soltanto coltivando solide virtù sin dalla Scuola Primaria è possibile la donazione di sé in un impegno ecologico.

Obiettivi generali

- educare alla conoscenza e all’amore per il nostro pianeta e l’ambiente, al rispetto reciproco tra individui e popoli, alla convivenza cooperativa per l’equo sfruttamento e condivisione delle risorse e ad una convinta transizione green;
- sviluppare la comprensione da parte dei bambini dell’impronta ecologica e dell’impatto che i comportamenti umani hanno sulla conservazione o distruzione della natura;
- sensibilizzare le nuove generazioni, attraverso attività creative, giocose, e collaborative, ad adottare comportamenti sostenibili, a riflettere sistematicamente sulle proprie prassi allo scopo di migliorarle e ad operare cambiamenti al proprio agire quotidiano, a scuola come in famiglia;
- far maturare abitudini ed atteggiamenti ecologici;

- introdurre ed approfondire la tematica relativa alla CO₂ (transizione energetica, il cui vero obiettivo finale è la sostenibilità, ottenibile attraverso la decarbonizzazione e la riduzione delle emissioni inquinanti) e i temi ad essa collegati del cambiamento climatico e il contrasto ad esso (climate action) e dell'economia circolare, sottolineando l'importanza di affrontare tali contenuti con determinazione per la salute del Pianeta e dell'umanità.

Risultati di apprendimento attesi

- maggiore attenzione verso l'ambiente circostante;
- maggiore sensibilità verso la necessità della riduzione di emissioni inquinanti e dell'impronta di carbonio;
- buona conoscenza del tema scientifico trattato: la CO₂ (transizione energetica, il cui vero obiettivo finale è la sostenibilità, ottenibile attraverso la decarbonizzazione e la riduzione delle emissioni inquinanti);
- sviluppo di attitudini positive verso le discipline scientifiche, in particolar modo la matematica;
- maggiore consapevolezza dell'importanza del gioco e della cooperazione per poterci considerare amici dell'ambiente, impegnati al suo recupero e conservazione.

Contenuti scientifici e valori umanistici costituiscono un'ottima base per educare il cambiamento in atteggiamenti e credenze fin dalla più tenera età. Questo comporta la costruzione di buone premesse per lo sviluppo di una cittadinanza attiva, attenta ai problemi dell'ambiente e delle persone che lo abitano.

La formazione di una "cittadinanza ecologica", attraverso i benefici apportati dalla partecipazione alla ricerca, costituisce il grande beneficio per la collettività al di fuori della scuola. Azioni ecologiche diffondono un bene nella società che sempre produce frutti al di là di quanto si possa constatare, perché provocano in seno a questa Terra un bene che tende sempre a diffondersi, a volte invisibilmente.

Competenze STEM

Durante tutto il percorso di apprendimento previsto, si mira a lavorare e sviluppare ogni competenza STEM: la **S**cienza, attraverso le fasi di spiegazione teorica, con momenti di brainstorming, circle time o visione di video interattivi; la **T**ecnica e l'**I**ngegno (Engineering), attraverso le attività creative che sono state programmate. La creatività, capacità del bambino di scoprire, ricercare, innovare e sperimentare, potenzia il pensiero, la crescita intellettuale e la capacità di risolvere problemi in maniera autonoma ed innovativa; la **M**atematica, attraverso attività ludiche, svolgimento di esercizi o problemi reali su oggetti della natura o tematiche ecologiche legate alle **emissioni di CO₂**. È importante costruire ragionamenti formulando ipotesi, sostenendo le proprie idee e confrontandosi con il punto di vista altrui. La matematica insegna a ragionare, apre

la mente e contribuisce a sviluppare la capacità di comunicare e discutere, di argomentare in modo corretto, di comprendere i punti di vista e le argomentazioni degli altri. Nel legame con lo spazio e la realtà, le abilità matematiche riguardano la soluzione di problemi mediante l'acquisizione di strumenti che possono diventare a loro volta oggetto di riflessione e di analisi.

Metodologia di insegnamento - schema degli incontri

Il percorso di apprendimento prevede dieci incontri della durata di circa due ore. Ogni incontro è costituito di due momenti: un primo momento di spiegazione teorica dell'argomento e un secondo momento ricco di attività didattiche legate all'argomento scientifico definito, attività pratiche, ludiche, laboratoriali, creative e collaborative per un coinvolgimento diretto dei bambini.

Primo incontro

Fase teorica: introduzione al tema della decarbonizzazione, brainstorming, cos'è l'anidride carbonica, visione video "[La formidabile storia della CO₂](#)".

Fase pratica: classe divisa in 2 gruppi, svolgimento di 2 piccoli esperimenti: "[Palloncino effervescente](#)" e "[Senza ossigeno, non c'è combustione](#)".

Secondo incontro

Fase teorica: origine della CO₂ e il suo ruolo nella nostra vita.

Fase pratica: svolgimento del quiz "[Temperatura ed effetto serra](#)".

Fase teorica: il ciclo del carbonio e la sua importanza.

Fase pratica: svolgimento del gioco "[Il Ciclo del carbonio](#)" per introdurre gli alunni all'importanza del carbonio e del suo ciclo tra le parti viventi e non viventi dell'ecosistema e del sistema terrestre.

Terzo incontro

Fase teorica: presenza della CO₂ in atmosfera e suo impatto sul clima.

Fase pratica: svolgimento dell'"[Esperimento CO₂](#)" con disegno illustrativo.

Fase teorica: problema del surriscaldamento globale e del conseguente cambiamento climatico.

Fase pratica: uso del planisfero e creazione tessere adesive. Si chiederà agli alunni di rappresentare sulle tessere elementi legati alla produzione di anidride carbonica, da applicare poi sul planisfero in corrispondenza dei Paesi dove è normalmente maggiore.

Quarto incontro

Fase teorica: necessità di prendere delle decisioni "planetarie" (Cosa possiamo fare noi cittadini? Cosa può fare la nostra scuola? E le grandi aziende, i governi?).

Fase pratica: fase *circle time* anidride carbonica e comportamenti sostenibili. Realizzazione protocollo comportamenti virtuosi con disegni illustrativi.

Fase teorica: conoscere e interiorizzare le possibili soluzioni al problema (cattura, stoccaggio e riutilizzo della CO₂ in eccesso nell'atmosfera, con modalità rispettose dell'ambiente e della sua conservazione).

Fase pratica: attività da svolgere all'aperto, "Class Out-side" è una nuova attività che ha l'obiettivo di introdurre i bambini nella dimensione del silenzio, mentre osservano la natura circostante. Vengono loro forniti alcuni suggerimenti per la riflessione silenziosa: "Quanti alberi riesci a vedere?", "Quanto ritieni pulita l'aria?", "Sei convinto che la presenza degli alberi che osservi intorno a te contribuisca a mantenere pulita l'aria che respiriamo?". Considerazioni finali discusse insieme e messe per iscritto.

Quinto incontro

Fase pratica: svolgimento attività "[L'Amico Albero](#)", per far capire ancora una volta quanto la presenza di alberi sia fondamentale per fronteggiare ed assorbire le emissioni di anidride carbonica.

Fase pratica: svolgimento esperimento "[Bolla Sospesa](#)". Considerazioni finali discusse insieme e messe per iscritto.

Sesto incontro

Fase pratica: svolgimento attività "[Anidride carbonica e aria espirata](#)".

Settimo incontro

Fase pratica: svolgimento attività "[Realizza modelli commestibili di gas serra](#)".

Fase pratica: svolgimento problemi di matematica ecologici.

Ottavo incontro

Fase teorica: mappa concettuale alla lavagna su quanto compreso e appreso durante il percorso.

Fase pratica: classe divisa in 4 gruppi, produzione video su quanto appreso nelle lezioni teoriche (la mappa concettuale aiuta gli alunni a costruire i loro discorsi).

I bambini possono costruire i loro discorsi confrontandosi con i compagni e, se desiderano, aiutandosi con il disegno.

Fase pratica: continuo produzione video su quanto appreso nelle lezioni teoriche.

Nono incontro

Fase teorica: visione del video "[Il ruolo delle foreste nella salvaguardia del clima](#)".

Fase pratica: costruzione casina in legno come prodotto finale, una "casa biologica" in miniatura lanciando così il messaggio dell'importanza dell'edilizia ecologica che tiene con sé molta anidride carbonica che, nell'atmosfera, se presente in eccessiva quantità, provoca solo danno.

Fase pratica: continuo lavoro su prodotto finale (2° fase).

Decimo incontro

Evento “Con tutta la decarbonizzazione possibile, fin da subito” da svolgere in palestra. I bambini mettono in scena un breve e semplice spettacolo durante il quale mostrano, in modo divertente e originale, i prodotti ottenuti durante il percorso, dandogli un ordine, una organicità e logicità.

Materiali da utilizzare

- planisfero;
- materiali vari utili nelle diverse attività (es. cartelloni, colori, cartone, strumenti utili per gli esperimenti, LIM, materiali per la casina di legno etc.).

Tipo di ambiente

Gli incontri si dovrebbero svolgere in aula; per rispettare la natura ludica, creativa e cooperativa delle diverse attività programmate, l’aula diventa un vero e proprio ambiente di apprendimento a misura di bambino, rispondente alle sue esigenze e idoneo per un corretto svolgimento del percorso formativo. Dunque, i banchi dovrebbero essere disposti in maniera tale da consentire lo scambio vicendevole di informazioni, la cooperazione, il dialogo, il confronto continuo.

Alcuni incontri dovrebbero essere svolti anche all’aperto, per permettere agli alunni di affrontare e comprendere il tema dell’inquinamento dell’aria causato dalle emissioni di CO₂ in eccessiva quantità, attraverso giochi silenziosi di movimento, suscitando così, in modo divertente e originale, riflessioni sul tema preso in esame. L’ultimo incontro dedicato all’“evento finale” dovrebbe essere, invece, svolto in palestra per dare ai bambini maggiore spazio di movimento.