



Guida didattica ZP4All

Numero riferimento Consegna D1	Numero di attività del progetto PA3
Data di scadenza della consegna 01/09/2024	Data effettiva di presentazione 29/08/2024

Questo progetto, intitolato “[ZeroPlastica per tutti](#),” acronimo 'ZP4All', Grant agreement No. Erasmus+_2023-2-EL01-KA210-VET-000170094, Call 2023 Small-scale partnerships in vocational education and training (KA210-VET), è sostenuto dall'Unione Europea nell'ambito del Programma Erasmus+. In corso da aprile 2024 a marzo 2026, questo progetto di 24 mesi mira a istruire e responsabilizzare la comunità VET in Europa per affrontare l'inquinamento da plastica attraverso metodi di apprendimento innovativi e pratici. Questo contenuto riflette solo il punto di vista dell'autore e la Commissione Europea non è responsabile per qualsiasi uso che possa essere fatto delle informazioni in esso contenute.



Sommario

1. Introduzione.....	6
1.1 L'urgente necessità di affrontare l'inquinamento da plastica come crisi ambientale globale.....	6
1.2 Approfondimenti statistici sulla produzione globale di plastica e il suo impatto ambientale.....	7
1.3 L'importanza dell'educazione ambientale per affrontare l'inquinamento da plastica	8
1.4 Scopo della guida: promuovere uno stile di vita senza plastica tra gli studenti.....	9
1.5 Come l'adozione di pratiche sostenibili può mitigare l'inquinamento da plastica	10
1.6 Panoramica del progetto ZP4All.....	11
1.6.1 Contesto dell'iniziativa ZP4All e della sua missione	11
1.6.2 Principali vantaggi per gli studenti: conoscenza, abilità e applicazione pratica	12
2. Capire la plastica e il suo impatto sull'ambiente	13
2.1 Cos'è la plastica?.....	13
2.2 Evoluzione della plastica dall'invenzione alla produzione di massa	14
2.3 Il ruolo della plastica nella società moderna: vantaggi e svantaggi	15
2.4 Ciclo di vita della plastica	15
2.5 Impatto ambientale in ogni fase del ciclo di vita della plastica	17
2.6 Plastica nascosta e fonti di microplastiche	17
2.7 Microplastiche negli ecosistemi e il loro impatto sulla salute	18
2.8 La plastica invisibile nella vita quotidiana e il suo impatto ambientale	18
3. Inquinamento da plastica.....	19
3.1 Impatto sugli ecosistemi	19
3.2 Casi di studio sull'impatto dei rifiuti di plastica nelle regioni costiere	20
3.3 Sfide attuali nella gestione dei rifiuti di plastica	21
3.4 Problemi legati alla scarsità d'acqua e all'inquinamento da plastica	21
3.5 Punti caldi dell'inquinamento da plastica e distribuzione globale	22
3.6 Prospettive globali e locali sull'inquinamento da plastica	22
3.7 Sforzi del governo e della comunità per affrontare l'inquinamento da plastica.....	22
4. Alternative sostenibili alla plastica	23
4.1 Comprensione dei materiali biodegradabili, compostabili e riciclabili	23
4.2 Alternative sostenibili alle plastiche tradizionali e i loro benefici ambientali.....	25
5. Innovazioni tecnologiche nella riduzione dell'uso della plastica	26
5.1 Stampa 3D e progressi tecnologici nella riduzione dell'uso della plastica.....	26
5.2 Principi di economia circolare e innovazione per la sostenibilità	27



5.3 Riduzione dell'impronta di plastica personale.....	28
5.4 Abitudini sostenibili e il loro impatto a lungo termine sull'ambiente.....	30
5.4.1 Il ruolo delle abitudini personali nella sostenibilità ambientale.....	31
5.4.2 Imprenditorialità sostenibile e benefici ambientali a lungo termine	31
5.4.3 Il potere delle abitudini nella trasformazione ambientale	31
5.4.4 L'importanza della collaborazione e della politica nella promozione di abitudini sostenibili.....	32
5.4.5 Impatto a lungo termine delle abitudini sostenibili.....	32
6. Economia circolare e Obiettivi di sviluppo sostenibile per trasformare i rifiuti in risorse	32
6.1 Introduzione all'economia circolare	32
6.2 Il ruolo della riduzione, del riutilizzo e del riciclaggio nei principi dell'economia circolare	33
6.3 Il ruolo degli obiettivi di sviluppo sostenibile nelle pratiche di economia circolare	35
6.3.1 Obiettivi di sviluppo sostenibile chiave legati all'economia circolare.....	35
6.3.2 Il Green Deal europeo e il suo allineamento con gli Obiettivi di sviluppo sostenibile	37
6.3.3 Potenziali Compromessi e sfide nel raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile attraverso l'Economia Circolare	37
6.4 L'imprenditorialità verde e il suo ruolo nel raggiungimento degli Obiettivi di sviluppo sostenibile.	38
7. Caso Studio per coinvolgere gli studenti nell'azione ambientale	39
7.1 Caso studio 1: Audit sui rifiuti scolastici – Comprensione dei modelli di consumo	39
7.2 Caso studio 2: Sfida Plastic-Free – Ridurre la plastica monouso nella vita quotidiana.....	41
7.3 Caso studio3: Audit sui rifiuti scolastici – Analisi e riduzione dei rifiuti di plastica nell'ambiente scolastico	43
7.4 Caso studio 4: Sfida Plastic-Free – Progettazione di soluzioni innovative per eliminare la plastica monouso	47
7.5 Caso studio 5: “Da spazzatura a tesoro”– Riciclaggio dei rifiuti di plastica in oggetti artistici o funzionali	50
7.6 Caso studio 6: “Eco-Design Challenge” – Ripensare i prodotti di uso quotidiano per la sostenibilità	53
7.7 Caso studio 7: “Scuola senza plastica” – Riduzione della plastica monouso negli istituti scolastici	56
7.8 Caso studio 8: “Creative Upcycling” – Utilizzo di materiali plastici riciclati per creare nuovi prodotti....	60
7.9 Caso studio 9: Creare arte da plastica riciclata.....	63
7.10 Caso studio 10: costruire mattoni ecologici dai rifiuti di plastica	64
7.11 Caso studio 11: progettazione di prodotti sostenibili con plastica riciclata.....	67
7.12 Caso studio 12: creazione di materiale scolastico ecologico da materiali riciclati.....	69
7.13 Caso studio 13: Sfida del pranzo scolastico senza plastica	71
7.14 Caso studio 14: Riciclaggio creativo dei rifiuti di plastica in progetti artistici scolastici.....	74
7.15 Caso studio 15: progettazione di prodotti eco-compatibili utilizzando plastica riciclata	76



7.16 Caso studio 16: Creare arte da rifiuti di plastica riciclata.....	79
7.17 Caso Studio 17: Progettazione di prodotti eco-compatibili da plastica riciclata utilizzando il design thinking.	81
7.18 Approcci alternativi alla valutazione Risultati di apprendimento.....	84
8. Riferimenti	86



Riepilogo

La guida didattica ZP4All è progettata per promuovere la consapevolezza ambientale e pratiche sostenibili tra gli studenti, con un'attenzione particolare alla lotta all'inquinamento da plastica. È una risorsa completa per gli educatori, che fornisce strumenti e attività per coinvolgere gli studenti nell'apprendimento pratico di questioni ambientali, in particolare la gestione dei rifiuti di plastica. La guida incoraggia la partecipazione attiva degli studenti attraverso workshop pratici, apprendimento basato su progetti e casi di studio del mondo reale. Evidenzia approcci innovativi all'istruzione, sottolineando il pensiero critico, la risoluzione dei problemi e la collaborazione. Gli studenti sono autorizzati ad affrontare progetti come il riciclaggio, iniziative di riduzione dei rifiuti e progettazione di prodotti ecocompatibili, promuovendo creatività e sostenibilità nelle loro comunità. Inoltre, la guida sottolinea l'importanza di integrare l'educazione ambientale nei programmi di studio, incoraggiando le scuole ad adottare un approccio olistico alla sostenibilità. Fornisce esempi di valutazioni basate su gruppi, collaborazioni tra pari e attività riflessive che si allontanano dai test tradizionali, favorendo metodi alternativi per valutare l'impegno e la comprensione degli studenti. Collegando la consapevolezza ambientale allo sviluppo educativo, la guida educativa ZP4All mira a ispirare la prossima generazione a diventare partecipanti attivi nella lotta globale contro l'inquinamento da plastica, dotandola delle conoscenze e delle competenze necessarie per guidare un cambiamento ambientale positivo.



1. Introduzione

1.1 L'urgente necessità per affrontare l'inquinamento da plastica come una crisi ambientale globale

L'inquinamento da plastica è uno dei problemi ambientali più urgenti del nostro tempo. La plastica è diventata un materiale onnipresente, profondamente radicato nella nostra vita quotidiana e nell'economia globale. Dalle bottiglie, alle borse e agli imballaggi alimentari fino ad applicazioni più complesse come protesi, parti di automobili e materiali da costruzione, la plastica è presente ovunque. Tuttavia, il rapido aumento della produzione di plastica ha superato la capacità del mondo di gestire i propri rifiuti, portando a un significativo problema di inquinamento, in particolare negli ambienti marini. I fiumi fungono da condotti, trasportando i rifiuti di plastica negli oceani, formando vaste isole galleggianti di detriti di plastica. Le plastiche sono polimeri sintetici progettati per durare. Mentre questo le rende versatili per molti usi, significa anche che persistono nell'ambiente per secoli, con alcuni prodotti in plastica, come gli articoli monouso, che rimangono sulla Terra per centinaia di anni dopo essere stati scartati. L'impatto ambientale di questo lungo processo di degradazione è particolarmente acuto nei paesi in via di sviluppo, dove i sistemi di gestione dei rifiuti sono spesso insufficienti per gestire l'enorme volume di rifiuti di plastica. Una volta abbandonate senza un corretto riciclaggio o incenerimento, le plastiche si degradano in particelle progressivamente più piccole, diventando infine microplastiche. Queste microplastiche si trovano ormai ovunque, dalle profondità dell'oceano alla cima del monte Everest. Si disperdono nell'aria, si infiltrano nell'acqua potabile ed entrano nella catena alimentare attraverso gli organismi acquatici, ponendo gravi rischi sia per gli ecosistemi che per la salute umana. La plastica risale la catena alimentare, iniziando da piccoli organismi come il plancton, per poi diventare parte della nostra dieta, illustrando il legame diretto tra salute ambientale e salute umana ([Breathing Plastic: The Health Impacts of Invisible Plastics in the Air, March 2023](#)).

L'oceano, pur possedendo una grande capacità di auto-purificazione dovuta alla sua massa e composizione, non riesce a ripulirsi dalle enormi quantità di plastica che assorbe. In diverse regioni, i rifiuti di plastica si sono accumulati in grandi "isole di spazzatura" galleggianti sulla superficie dell'oceano. Queste isole galleggianti di rifiuti sono una preoccupazione ambientale crescente, in particolare nei mari chiusi o nelle aree costiere, dove l'inquinamento ha gravemente danneggiato gli ecosistemi marini, portando a rischi per la salute sia degli esseri umani che della fauna selvatica ([GESAMP Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment Part 2, 2024](#)). Durante il suo lungo processo di degradazione, la plastica attraversa varie fasi di frammentazione, con particelle microscopiche (inferiori a 5 mm) che rappresentano il rischio maggiore per la vita marina. Queste particelle vengono spesso scambiate per cibo dagli animali marini, causando soffocamento e altri problemi di salute. La plastica si trova ora in ogni oceano, dall'Artico al Mediterraneo, e include di tutto, dalle bottiglie e dagli imballaggi alle reti da pesca e ai mozziconi di sigaretta. Questi frammenti sono una causa significativa di morte per le specie marine e la loro presenza pervasiva continua a mettere in pericolo gli ecosistemi marini, la salute pubblica e le economie in tutto il mondo ([Cesarano e altri, 2023](#)). Rifiuti marini, definiti come "qualsiasi materiale solido persistente, prodotto o trasformato, scartato, smaltito o abbandonato nell'ambiente marino e costiero" ([PNUE, 2009](#)), è diventata una sfida ambientale globale significativa. Il costante afflusso di milioni di tonnellate di rifiuti di plastica negli oceani ogni anno, unito alla scomposizione di queste plastiche in microplastiche, continua a rappresentare una grave minaccia per gli ecosistemi costieri



([Cesarano e altri, 2023](#)). Queste particelle di microplastica sono sufficientemente piccole da poter essere ingerite dalla vita marina e la loro presenza nelle nostre catene alimentari minaccia la salute umana, evidenziando ulteriormente la necessità di un'azione urgente per mitigare l'inquinamento da plastica ([Eriksen e altri, 2023](#)).

L'inquinamento da plastica ha anche profonde implicazioni economiche, in particolare per le comunità costiere che dipendono dall'oceano per il loro sostentamento. Il degrado estetico e ambientale delle coste causato dai rifiuti di plastica ha un impatto diretto sul turismo e sulle industrie della pesca, contaminando anche le riserve idriche e le fonti alimentari marine. Inoltre, man mano che l'inquinamento da plastica continua ad aumentare, aumenteranno anche i costi economici e sanitari associati ([Vandenberg & Ota, 2023](#)). Il riconoscimento globale di questa crisi ha portato a un accordo storico nel marzo 2022, quando 175 nazioni si sono impegnate a redigere un trattato globale volto a ridurre drasticamente l'inquinamento da plastica. Questo accordo giuridicamente vincolante, la cui conclusione è prevista per dicembre 2024, è progettato per imporre normative concrete e fornire incentivi economici per ridurre i rifiuti di plastica. Il trattato rappresenta un passo fondamentale per affrontare il problema dell'inquinamento da plastica, con sforzi internazionali coordinati attraverso l'Intergovernmental Negotiating Committee (INC), che si riunirà di nuovo a novembre 2024 per finalizzare la strategia per ridurre l'impatto ambientale della plastica.

1.2 Approfondimenti statistici sulla produzione globale di plastica e il suo impatto ambientale

Le conseguenze ambientali ed economiche dell'inquinamento da plastica sono profonde e colpiscono le specie marine, la salute umana e gli ecosistemi. Studi recenti evidenziano il rischio crescente per 115 specie marine, tra cui mammiferi, anfibi e uccelli, dovuto a soffocamento, ingestione, intrappolamento e lesioni causate da detriti di plastica ([Dalberg, 2019](#)). Lo studio dell'Università di Newcastle ha stimato che l'essere umano medio consuma circa 5 grammi di plastica ogni settimana, equivalenti alle dimensioni di una carta di credito ([Dalberg, 2019](#)). Ciò evidenzia la contaminazione diffusa di microplastiche nella catena alimentare, nell'approvvigionamento idrico e persino nell'aria che respiriamo. La produzione di plastica vergine è aumentata di 200 volte dagli anni '50, con un tasso di crescita annuale del 4% dal 2000 ([2019, 2019 anni](#)). Proiezioni indicano un potenziale aumento del 40% nella produzione di plastica entro il 2030. Senza interventi, entro il 2050 negli oceani potrebbe esserci più plastica che pesci, secondo il World Economic Forum. Questa tendenza allarmante sottolinea l'urgenza di un'azione globale per combattere l'inquinamento da plastica. Oltre all'ingestione, l'inquinamento da plastica pone minacce multiformi, tra cui l'impigliamento, la distruzione dell'habitat e il danno economico. Il Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente (UNEP) stima che l'impatto economico annuale dell'inquinamento da plastica sull'economia oceanica sia di circa 8 miliardi di dollari. Mentre la produzione di plastica continua ad aumentare, questa si infila in ogni aspetto della vita moderna, con settori come l'imballaggio, i trasporti, l'assistenza sanitaria e l'edilizia che fanno molto affidamento sul suo basso costo, sulla sua durata e sulla sua versatilità. La plastica rappresenta ora il 15% del peso di un'auto e oltre il 50% della composizione del Boeing Dreamliner, riflettendo il loro diffuso utilizzo industriale.

La produzione globale di plastica ha visto un aumento sbalorditivo da 20 milioni di tonnellate nel 1964 a 311 milioni di tonnellate nel 2014, il peso equivalente di oltre 900 Empire State Building. Entro il 2050, si prevede che raddoppierà di nuovo e quadruplicherà, esacerbando la crisi ambientale. Inoltre, i rifiuti di plastica vengono generati a un ritmo insostenibile, con 8 milioni di tonnellate di plastica che finiscono



negli oceani ogni anno ([JR Jambeck, 2015](#)), creando enormi chiazze di detriti galleggianti. Nel 2024, saranno prodotte oltre 220 milioni di tonnellate di rifiuti di plastica, con il 66% della popolazione mondiale che vive già in aree in cui i rifiuti di plastica superano la capacità di gestione dei rifiuti locali. La comunità globale ha riconosciuto l'urgenza di affrontare l'inquinamento da plastica. Le Nazioni Unite stanno attualmente negoziando un trattato giuridicamente vincolante sull'inquinamento da plastica, la cui conclusione è prevista per dicembre 2024. Questo trattato avrà lo scopo di ridurre le emissioni di plastica e l'inquinamento da plastica in tutto il mondo, con negoziati già in corso tramite l'Intergovernmental Negotiating Committee (INC) (UNEP). Con solo 12 paesi che contribuiscono al 60% dei rifiuti di plastica mal gestiti del mondo, la necessità di un'azione immediata non è mai stata così chiara. Il consumo di plastica continua a crescere, con oltre 5 miliardi di sacchetti di plastica utilizzati ogni anno e la produzione di rifiuti di plastica raggiunge i 400 milioni di tonnellate in tutto il mondo. Nonostante gli sforzi di riciclaggio, meno del 10% dei rifiuti di plastica globali è stato riciclato. Senza cambiamenti significativi, si prevede che il consumo di plastica nei paesi del G20 raddoppierà entro il 2050, aumentando la pressione sui sistemi di gestione dei rifiuti ([Geyer e altri, 2017](#)). La produzione di plastica vergine, derivata da petrolio, gas e carbone, contribuisce inoltre in modo significativo alle emissioni globali di CO₂, aggravando ulteriormente il cambiamento climatico ([Rapporto Plastica e clima, 2019](#)). Il Global Plastics Survey dell'OCSE prevede che le emissioni derivanti dal ciclo di vita della plastica aumenteranno da 1,8 Gt di CO₂ equivalente nel 2019 a 4,3 Gt entro il 2060, rendendo la plastica responsabile del 4,5% delle emissioni globali di gas serra. Ciò sottolinea la necessità di un approccio completo per ridurre l'uso della plastica e mitigarne l'impatto ambientale.

1.3 L'importanza dell'educazione ambientale nell'affrontare l'inquinamento da plastica

Una delle strategie chiave per affrontare l'inquinamento da plastica è promuovere un senso di responsabilità ambientale fin dalla tenera età. Gli Obiettivi di sviluppo sostenibile (SDG) delle Nazioni Unite, in particolare l'Obiettivo 4.7, sottolineano il ruolo dell'Educazione allo sviluppo sostenibile (ESD) nella promozione di stili di vita sostenibili, diritti umani e uguaglianza di genere ([Öhman & Sund, 2021](#)). Molti paesi hanno riconosciuto questa necessità e l'educazione ambientale viene integrata nei programmi di studio come materia separata, componente dell'educazione civica o tema interdisciplinare. Una visione di spicco nel campo, supportata da [Vare e Scott \(2007\)](#), vede lo sviluppo sostenibile come un processo di apprendimento sociale. Questo approccio incoraggia il pensiero critico e la risoluzione dei problemi, piuttosto che prescrivere comportamenti specifici. Le scuole svolgono un ruolo centrale in questo processo di apprendimento, stimolando la consapevolezza dei giovani e promuovendo l'interesse per una vita sostenibile. L'obiettivo finale è quello di dare agli studenti gli strumenti per partecipare attivamente all'affrontare problemi urgenti come l'inquinamento da plastica e il degrado ambientale ([Scotto, 2011](#)). L'istruzione sulla sostenibilità basata sulle competenze fornisce agli studenti le competenze per intraprendere azioni responsabili a livello locale, nazionale e globale. Aiuta a colmare il divario tra il riconoscimento dei problemi ambientali e la capacità di agire su di essi. Il framework GreenComp della Commissione Europea (2022) sottolinea questo definendo la sostenibilità come una competenza fondamentale per tutte le età. Si concentra sullo sviluppo del pensiero critico, della pianificazione sistemica e delle azioni orientate alla sostenibilità. Anche il Framework of Key Competences for Sustainability (2017) dell'UNESCO svolge un ruolo cruciale in questo senso, collegando l'istruzione agli Obiettivi di sviluppo sostenibile. Queste competenze indipendenti dal contesto, trasversali e multifunzionali sono progettate per preparare gli individui ad affrontare le complesse sfide di oggi e di domani ([UNESCO, 2017](#)). Nel contesto dell'inquinamento da plastica, le competenze di sostenibilità



consentono agli studenti di diventare "cittadini della sostenibilità", capaci di prendere decisioni informate che hanno un impatto positivo sia sulla società che sull'ambiente. Nell'istruzione, c'è un crescente riconoscimento che le competenze di sostenibilità devono essere parte integrante dell'apprendimento. Queste competenze non riguardano solo l'acquisizione di conoscenze, ma anche lo sviluppo di atteggiamenti e capacità per impegnarsi con sistemi complessi e promuovere azioni ecosostenibili. L'educazione alla sostenibilità promuove la capacità di comprendere e affrontare l'impatto ambientale della plastica, promuovendo al contempo la giustizia sociale. Prevenire il cambiamento climatico e mitigare gli effetti dell'inquinamento da plastica richiede una partecipazione reale e attiva da parte degli studenti. Dotandoli di competenze interdisciplinari e della capacità di impegnarsi in queste problematiche globali, l'educazione ambientale crea le basi per un futuro più sostenibile e resiliente.

1.4 Scopo della Guida: Promuovere uno stile di vita senza plastica tra gli studenti

Un mondo senza rifiuti di plastica è la visione che i movimenti ambientalisti hanno sostenuto per decenni. Mentre si avvicina la Giornata della Terra 2024 con il tema "Pianeta contro plastica", l'appello per una riduzione del 60% nella produzione di plastica entro il 2040 risuona più forte che mai, insieme all'obiettivo finale di un futuro senza plastica per le generazioni future. La durevolezza della plastica, giustapposta al suo uso fugace, sottolinea l'urgenza di questa missione. La promozione della sostenibilità attraverso l'istruzione inizia con l'incentivazione degli studenti ad adottare uno stile di vita senza plastica. Le scuole non sono solo istituzioni di crescita intellettuale, ma anche centri di responsabilità civica e azione ambientale collettiva. In questo contesto, l'educazione ambientale nei programmi di istruzione e formazione professionale (VET) può svolgere un ruolo fondamentale nel plasmare i futuri decisori. Insegnare agli studenti un approccio responsabile all'uso della plastica non riguarda solo il riciclaggio, riguarda l'instillazione di valori di sostenibilità per tutta la vita. Gli educatori hanno un ruolo fondamentale nel promuovere lo sviluppo di cittadini consapevoli dell'ambiente che faranno scelte informate per la salute del pianeta. Questa guida è progettata per trasformare gli studenti in sostenitori di uno stile di vita senza plastica, promuovendo consapevolezza, responsabilità e impegno proattivo nei confronti delle questioni ambientali.

Obiettivi dell'educazione ambientale

1. Creare consapevolezza e comprensione

Uno degli obiettivi principali dell'educazione ambientale è quello di accrescere la consapevolezza del delicato equilibrio degli ecosistemi e dell'impatto delle attività umane. Attraverso questa guida, gli studenti acquisiranno conoscenze su concetti ecologici quali biodiversità, interdipendenza delle specie e salute degli ecosistemi. Comprendere le urgenti sfide ambientali quali cambiamenti climatici, distruzione degli habitat e inquinamento da plastica consentirà agli studenti di fare scelte più sostenibili nella loro vita quotidiana. I programmi di educazione ambientale, quando integrati nei sistemi di istruzione e formazione professionale, assicurano che gli studenti sviluppino una comprensione fondamentale di queste questioni ecologiche critiche.

2. Promuovere stili di vita sostenibili

Uno degli obiettivi principali di questa guida è incoraggiare gli studenti ad adottare stili di vita sostenibili che riducano al minimo i danni ambientali. Integrando concetti come energia rinnovabile, conservazione delle risorse e gestione dei rifiuti, gli studenti impareranno a valutare criticamente i propri



modelli di consumo e a prendere decisioni che riducano il loro impatto ecologico. Un'istruzione che enfatizzi il comportamento responsabile dei consumatori può portare a cambiamenti duraturi nel modo in cui gli studenti affrontano l'uso della plastica e di altri materiali. Promuovere pratiche sostenibili nell'ambiente scolastico favorisce un impegno duraturo per la sostenibilità oltre la classe.

3. Promuovere la tutela ambientale

Instillare un senso di tutela ambientale è un altro obiettivo cruciale della guida. Approfondendo l'apprezzamento degli studenti per le risorse naturali e la biodiversità, la guida li incoraggia ad assumersi la responsabilità della protezione del pianeta. Una gestione ambientale responsabile migliora la resilienza dell'ecosistema e il benessere umano, come evidenziato da [Chapin e altri \(2010\)](#). Collegando gli studenti ai loro ecosistemi locali e fornendo strumenti per comprendere come il loro comportamento influisce sull'ambiente, la guida mira a ispirare la partecipazione attiva agli sforzi di conservazione. Attraverso queste iniziative, gli studenti non solo impareranno a conoscere l'ambiente, ma si impegneranno anche in attività che consentiranno loro di praticare in prima persona la tutela ambientale.

1.5 Come adottare pratiche sostenibili che possono mitigare l'inquinamento da plastica

L'inquinamento da plastica è diventato un problema ambientale significativo, con un impatto avvertito in tutto il mondo. Mentre molta attenzione è stata data al modo in cui i rifiuti di plastica influenzano gli ecosistemi marini, una nuova ricerca evidenzia il suo contributo al cambiamento climatico e alle sfide poste dalla pandemia di COVID-19. Questa crescente preoccupazione ha spinto governi e organizzazioni ad adottare strategie volte a ridurre l'inquinamento da plastica. Ad esempio, l'Agenzia europea per l'ambiente (EEA) ha identificato la plastica come un'area prioritaria di azione nel suo rapporto "Plastics, the Circular Economy and Europe's Environment" ([SEE Rapporto, 2021](#)). Dato l'uso diffuso della plastica nella vita quotidiana, evitarla completamente è una sfida. Tuttavia, le pratiche sostenibili possono svolgere un ruolo cruciale nel mitigarne l'impatto ambientale. Un approccio semplice ma efficace è optare per prodotti in plastica riutilizzabili per migliorare la circolarità e tenere i materiali fuori dal flusso dei rifiuti. Ridurre il consumo di plastica e scegliere alternative riutilizzabili contribuisce all'economia circolare, che dà priorità alla riduzione al minimo degli sprechi e alla massimizzazione dell'efficienza delle risorse.

I governi di tutto il mondo hanno già implementato delle normative per mitigare l'inquinamento da plastica, con il divieto di sacchetti di plastica come una delle azioni più comuni. Paesi come Danimarca, Germania, Bangladesh, Marocco e Nuova Zelanda hanno imposto divieti di sacchetti di plastica in momenti diversi, riducendo significativamente i rifiuti di plastica nelle loro regioni ([Kibria e altri, 2023](#)). Questa legislazione ha portato a una marcata diminuzione delle vendite di sacchetti di plastica, dimostrando che il comportamento dei consumatori può essere influenzato da interventi politici. Tuttavia, permangono delle sfide. In molti paesi a basso e medio reddito, i servizi di gestione dei rifiuti sono inadeguati e i benefici delle plastiche biodegradabili non possono essere pienamente realizzati senza migliorare questi sistemi ([Mazhandu e altri, 2020](#)). Inoltre, le alternative alla plastica, come i sacchetti di juta o di carta, sono spesso più costose, aumentando i costi sia per le aziende che per i consumatori.

Per affrontare l'inquinamento da plastica è necessario un approccio multiforme che combini i principi dell'economia circolare con un cambiamento comportamentale. Un cambiamento di mentalità è essenziale per cambiare il modo in cui individui e industrie affrontano il consumo di plastica. Le istituzioni educative, i media e gli enti governativi devono svolgere un ruolo attivo nel sensibilizzare l'opinione pubblica sulle pratiche di gestione sostenibile dei rifiuti. Le strategie per mitigare l'inquinamento da plastica includono



la riduzione dei consumi, il riutilizzo dei materiali, il riciclaggio e il recupero di energia dai rifiuti.

Il metodo più efficace è semplicemente ridurre la quantità di plastica utilizzata, come dimostrato dalla piramide di gestione dei rifiuti. Il riutilizzo dei prodotti ne estende il ciclo di vita, riducendo così la domanda di nuovi articoli in plastica. Anche il riciclaggio è fondamentale, sebbene richieda energia e infrastrutture. Lo smaltimento dovrebbe essere l'ultima risorsa, utilizzata solo quando i materiali non possono essere recuperati o riutilizzati. I cambiamenti comportamentali, supportati da politiche forti e campagne di sensibilizzazione pubblica, possono svolgere un ruolo trasformativo nell'affrontare l'inquinamento da plastica. Adottando pratiche sostenibili, individui, comunità e industrie possono ridurre significativamente i rifiuti di plastica e i loro effetti dannosi sull'ambiente (Kibria e altri, 2023). L'obiettivo a lungo termine è quello di creare un'economia circolare in cui i rifiuti di plastica siano ridotti al minimo e l'impatto ambientale sia mitigato attraverso azioni ponderate e strategiche.

1.6 Panoramica del progetto ZP4All

1.6.1 Contesto dell'iniziativa ZP4All e della sua missione

Il progetto ZP4All è un'iniziativa cruciale che affronta uno dei problemi ambientali più urgenti del nostro tempo: l'inquinamento da plastica. L'obiettivo principale è quello di educare e sensibilizzare i VET (Vocational Education and Training) sugli effetti nocivi dei rifiuti di plastica sull'ambiente, sull'importanza di una gestione efficace dei rifiuti e sulla promozione di uno stile di vita senza plastica. Mentre l'Unione Europea persegue gli obiettivi del Green Deal e dell'Agenda 2030, che si concentrano sulla transizione verso economie circolari e bioeconomie, c'è una crescente necessità di modificare gli atteggiamenti e i comportamenti pubblici verso pratiche sostenibili. ZP4All è allineato con queste politiche UE sovraordinate e con gli obiettivi di sostenibilità globale. Il progetto è incentrato sul potenziamento dell'alfabetizzazione ambientale e delle competenze "verdi" sia per gli insegnanti che per gli studenti, promuovendo il pensiero critico, l'impegno sociale e culturale e la partecipazione civica attiva. L'iniziativa utilizza i principi dell'educazione ambientale, in particolare l'apprendimento esperienziale, per promuovere un approccio pratico alla comprensione del problema dell'inquinamento da plastica. Attraverso attività investigative, gli studenti sono incoraggiati a esplorare il problema in modo indipendente, affinando così le loro capacità di ricerca, analisi e risoluzione dei problemi. Inoltre, il progetto ZP4All è progettato per creare un impatto duraturo oltre i suoi gruppi target primari. Incoraggiando i giovani a diventare partecipanti attivi nelle sfide ambientali e sociali, si mira a generare un effetto moltiplicatore che vada oltre le scuole professionali e arrivi alla comunità più ampia. L'educazione interculturale è un altro elemento cruciale dell'iniziativa, che promuove l'uguaglianza, la non discriminazione e la solidarietà e colma le divisioni ideologiche. Le giovani generazioni sono al centro della missione di ZP4All. Coinvolgendole nelle questioni ambientali, il progetto mira a creare "giovani ambasciatori del cambiamento" che guideranno la carica per un futuro senza plastica. Coltivando la consapevolezza ecologica e instillando un senso di responsabilità individuale e collettiva, ZP4All motiva i partecipanti ad agire immediatamente. L'impatto di vasta portata del progetto sarà realizzato non solo attraverso la conoscenza, ma anche attraverso le azioni tangibili degli studenti, creando una cultura di responsabilità ambientale. Come ha affermato Cynthia Alonso, aiutare i giovani a comprendere le conseguenze della perdita di biodiversità è un potente motivatore per il cambiamento comportamentale, che porta a stili di vita e scelte più sostenibili nel consumo di energia, cibo e acqua. In definitiva, ZP4All è un'iniziativa innovativa allineata agli obiettivi di sostenibilità dell'UE, che affronta una sfida ambientale



urgente con un approccio lungimirante all'istruzione e all'azione.

1.6.2 Principali vantaggi per gli studenti: conoscenza, abilità e applicazione pratica

Il progetto ZP4All è stato ideato per promuovere una profonda comprensione dell'inquinamento da plastica e della sostenibilità ambientale tra studenti e docenti della formazione professionale. Si rivolge specificamente ai centri di formazione professionale e alle scuole professionali in tutta Europa, con l'obiettivo di fornire contenuti didattici completi sulla gestione dei rifiuti, la valutazione dell'ambiente marino e la promozione di economie circolari e bioeconomie. L'obiettivo principale del progetto è sviluppare l'alfabetizzazione ambientale e le competenze verdi sia tra gli insegnanti che tra gli studenti, promuovendo al contempo uno stile di vita senza plastica, pensiero critico, competenze sociali e impegno civico. Attraverso il progetto, i partecipanti vengono introdotti a questioni contemporanee come le microplastiche, le 4 R della gestione dei rifiuti (Ridurre, Riutilizzare, Riciclare e Recuperare) e le nuove fonti di inquinamento. ZP4All incorpora attività esperienziali che coinvolgono direttamente i partecipanti nell'apprendimento e nell'azione. Queste attività non solo informano gli studenti sui problemi causati dai rifiuti di plastica, ma li incoraggiano anche ad assumersi la responsabilità personale e di gruppo per affrontare il problema. La natura investigativa delle attività migliora le capacità di ricerca, analisi e risoluzione dei problemi dei partecipanti, aprendo potenzialmente anche nuovi percorsi di carriera nei settori ambientali. Si prevede che i gruppi target del progetto (studenti e formatori VET) trarranno grandi benefici dalle attività. Gli insegnanti acquisiranno competenze ed esperienze migliorate, consentendo loro di diventare partecipanti più attivi nell'affrontare le problematiche ambientali e sociali contemporanee. Il progetto enfatizza lo sviluppo del pensiero critico, delle competenze sociali e culturali e dell'alfabetizzazione digitale, in particolare nel contesto dell'impegno sui social media. L'approccio di ZP4All è progettato per creare un effetto a catena, che si estende oltre i partecipanti diretti per influenzare la comunità più ampia. Concentrandosi sulla sensibilizzazione e sulla promozione del cambiamento comportamentale, il progetto ha il potenziale per avere un impatto non solo sui centri di formazione professionale, ma anche sulla società in senso più ampio. In definitiva, le attività del progetto sono strutturate per dare potere sia agli insegnanti che agli studenti, dotandoli delle conoscenze e degli strumenti necessari per impegnarsi attivamente nelle sfide ambientali e sostenere un futuro più sostenibile. Oltre alle sessioni di formazione generali, ZP4All offre contenuti personalizzati per partecipanti con diversi livelli di conoscenza. Che siano principianti o abbiano una certa esperienza sugli argomenti, il progetto garantisce che tutti i partecipanti possano impegnarsi in modo significativo con il materiale, acquisendo sia approfondimenti fondamentali che avanzati sulla sostenibilità e la protezione ambientale.



2. Capire la plastica e il suo impatto sull'ambiente

2.1 Cos'è la plastica?

Il termine "plastica" deriva dalla sua caratteristica distintiva: la capacità di essere modellata e di mantenere una determinata forma. Le plastiche sono un gruppo eterogeneo di composti organici, ovvero sono composte da complesse strutture di carbonio. Questi materiali sono costituiti principalmente da atomi di carbonio e idrogeno, ma possono contenere anche elementi come ossigeno, cloro, azoto o fluoro, a seconda del tipo di plastica. Nonostante questa variazione, tutte le plastiche condividono una struttura comune: sono polimeri, ovvero le loro catene molecolari sono costituite da unità ripetute chiamate monomeri. Questa struttura polimerica, combinata con sostanze aggiunte come i coloranti, conferisce alle plastiche le loro caratteristiche finali. Le plastiche possono essere personalizzate a livello molecolare, ovvero possiamo disporre i monomeri in una sequenza specifica per creare materiali con proprietà diverse. Questa flessibilità consente alle plastiche di variare da rigide a morbide e persino simili a tessuti, a seconda di come le catene monomeriche vengono manipolate utilizzando il calore. Quando vengono riscaldate, le catene diventano flessibili, consentendo alle plastiche di essere modellate praticamente in qualsiasi forma e quindi raffreddate per mantenere la loro nuova forma.

Le materie plastiche sono ampiamente classificate in due categorie in base al loro comportamento sotto calore:

1. **Termoplastici**– Queste plastiche possono essere fuse e rimodellate più volte. Ad esempio, il polietilene tereftalato (PET), utilizzato nelle bottiglie d'acqua, può essere riciclato in nuovi prodotti o altri articoli come l'abbigliamento.
2. **Materie plastiche termoindurenti**– Queste plastiche non possono essere rimodellate una volta fissate. La loro struttura diventa permanente dopo lo stampaggio, rendendole più difficili da riciclare.

Tipi principali di plastica:

1. **PET (polietilene tereftalato)**: Utilizzato per articoli monouso come bottiglie d'acqua e contenitori per alimenti, il PET è riciclabile, ma può essere difficile da smaltire se finisce nell'oceano a causa della sua densità.
2. **HDPE (polietilene ad alta densità)**: Una plastica più rigida e densa, utilizzata in articoli come flaconi di shampoo e giocattoli. Galleggia in acqua, rendendo più facile il recupero dall'ambiente.
3. **PVC (cloruro di polivinile)**: Considerata una delle plastiche più pericolose a causa dell'inclusione di sostanze chimiche nocive, il PVC è utilizzato in prodotti come i giubbotti di salvataggio, ma presenta rischi significativi per l'ambiente e la salute.
4. **LDPE (polietilene a bassa densità)**: Noto per la sua flessibilità, l'LDPE è utilizzato in prodotti come bicchieri per bevande e coperchi per barattoli. È riciclabile, ma non così facilmente come la sua controparte ad alta densità.
5. **PP (polipropilene)**: Forte ma flessibile, il PP è resistente al calore e viene utilizzato in prodotti come vassoi per microonde e parti di automobili. La sua durezza rende il riciclaggio più impegnativo.
6. **PS (Polistirolo)**: Spesso utilizzato negli imballaggi, il polistirene può rilasciare sostanze nocive se esposto al calore. È altamente inquinante e difficile da riciclare.



7. Altra Plastica (Plastica n. 7): Tra queste rientrano una varietà di plastiche non riciclabili utilizzate in prodotti specifici come contenitori per salse e ricevute. Esse pongono rischi ambientali significativi e il loro utilizzo dovrebbe essere ridotto al minimo.

2.2 Evoluzione della plastica dall'invenzione alla produzione di massa

La parola "plastica" in origine si riferiva a materiali flessibili e facilmente modellabili. Oggi, rappresenta una categoria di materiali noti come polimeri, derivati dalle parole greche "polus", che significa "molti", e "meros", che significa "parti". I polimeri sono composti da lunghe catene di molecole, molte delle quali si trovano in natura, come la cellulosa nelle pareti cellulari delle piante. Tuttavia, gli esseri umani hanno sviluppato polimeri sintetici realizzati con cellulosa o atomi di carbonio. Questi polimeri sintetici sono resistenti, leggeri e flessibili, dando origine a ciò che oggi chiamiamo plastica.

Le materie plastiche furono sintetizzate per la prima volta nel XIX secolo. Il primo polimero sintetico, inventato nel 1869 da John Wesley Hyatt, arrivò come risposta alla richiesta di un sostituto dell'avorio. Utilizzando cellulosa trattata con canfora, Hyatt creò una plastica in grado di imitare materiali naturali come tartaruga, corno e avorio. Questa scoperta fu rivoluzionaria, consentendo agli esseri umani di creare nuovi materiali da sostanze facilmente reperibili. Nel 1907, Leo Baekeland inventò la bachelite, la prima plastica completamente sintetica che non conteneva molecole presenti in natura. La bachelite era durevole, resistente al calore e ideale per la produzione di massa, guadagnandosi il soprannome di "materiale dai mille usi". Questa svolta dimostrò le infinite possibilità delle materie plastiche, soprattutto con la crescita dell'industrializzazione e della produzione di massa. La Seconda guerra mondiale stimolò l'espansione dell'industria delle materie plastiche, in particolare negli Stati Uniti, dove le materie plastiche venivano utilizzate come sostituti delle scarse risorse naturali. Durante la guerra, la produzione di plastica aumentò del 300%, con materiali come il nylon utilizzati per paracaduti, corde e giubbotti antiproiettile. L'adattabilità della plastica si è rivelata inestimabile e la sua produzione ha continuato a crescere dopo la guerra. Negli anni del dopoguerra, la plastica ha sfidato i materiali tradizionali in vari mercati, sostituendo l'acciaio nelle automobili, la carta e il vetro negli imballaggi e il legno nei mobili. Tuttavia, negli anni '60, la consapevolezza degli impatti ambientali della plastica ha iniziato a crescere. Sono stati osservati detriti di plastica negli oceani e le preoccupazioni sulla longevità dei rifiuti di plastica hanno portato a iniziative di riciclaggio. Nonostante questi sforzi, la maggior parte della plastica finisce ancora nelle discariche o inquina l'ambiente.

Oggi, la plastica viene utilizzata in un'ampia gamma di applicazioni, tra cui:

1. Confezione
2. Edilizia e costruzione
3. Mobilità e trasporti
4. Assistenza sanitaria
5. Elettronica
6. Agricoltura
7. Sport e Spettacolo

Le materie plastiche sono diventate parte integrante della vita moderna, evolvendosi attraverso



innovazioni nella produzione e nell'applicazione, ma il loro impatto ambientale rimane una preoccupazione urgente. La sfida ora è trovare soluzioni sostenibili per ridurre i rifiuti di plastica mantenendo i vantaggi che la plastica offre in vari settori.

2.3 Il ruolo della plastica nella società moderna: vantaggi e svantaggi

Nonostante le crescenti preoccupazioni sull'uso della plastica, essa rimane parte integrante della vita moderna. La plastica ha facilitato i progressi nella tecnologia, nella medicina e nei beni di uso quotidiano, rendendo ampiamente disponibili articoli essenziali come computer, telefoni cellulari e dispositivi medici salvavita. Leggera e altamente resistente, la plastica riduce il consumo di carburante nei trasporti e offre convenienza, aumentando l'accessibilità per molti. Ha rivoluzionato l'imballaggio, l'edilizia e persino l'assistenza sanitaria.

I vantaggi della plastica vanno oltre la praticità. Nei trasporti, ad esempio, le plastiche leggere rendono i veicoli più efficienti nei consumi, riducendo l'impatto ambientale. Secondo *Plastics Europe*, le plastiche nel settore dei trasporti aiutano a ridurre il consumo di carburante rendendo i veicoli più leggeri e più efficienti dal punto di vista energetico. Allo stesso modo, le plastiche contribuiscono a migliorare l'efficienza energetica nelle case, fungendo da efficace isolamento e riducendo le emissioni di CO₂. Tuttavia, le plastiche pongono anche sfide ambientali significative. Le plastiche monouso, in particolare, contribuiscono all'aumento dei livelli di inquinamento, con microplastiche trovate negli oceani, nel cibo e persino nell'acqua potabile. L'uso diffuso di prodotti di plastica usa e getta ha portato a livelli allarmanti di rifiuti di plastica, che non solo minacciano la vita marina, ma influiscono anche sulla salute umana. Entro il 2050, si stima che il peso della plastica nell'oceano potrebbe superare quello dei pesci, creando gravi squilibri ecologici.

Per combattere questo fenomeno, si stanno compiendo sforzi per rendere la plastica più sostenibile. Lo sviluppo di bioplastiche ricavate da fonti rinnovabili come le piante e le innovazioni nel riciclaggio mirano a ridurre l'impatto ambientale della plastica. L'Unione Europea ha adottato misure forti vietando diversi articoli di plastica monouso, promuovendo l'uso di materiali riciclati e imponendo che una parte delle bottiglie di plastica debba essere realizzata con plastica riciclata entro il 2025 e il 2030, rispettivamente. Mentre la plastica offre innegabili vantaggi, i suoi svantaggi richiedono azioni urgenti per garantire che venga utilizzata in modo responsabile e sostenibile per prevenire un ulteriore degrado ambientale.

2.4 Ciclo di vita della plastica

Le plastiche sono materiali sintetici derivati da composti di carbonio e idrogeno, noti come monomeri, che sono tipicamente ricavati da petrolio e metano. Attraverso un processo chiamato polimerizzazione, i monomeri si legano per formare lunghe catene note come polimeri, i mattoni fondamentali della plastica. Questi polimeri possono essere classificati in due tipi: termoplastici, che possono essere rifusi e rimodellati, e plastiche termoindurenti, che non possono essere rimodellate una volta indurite.

La produzione e il ciclo di vita della plastica comprendono diverse fasi, dall'estrazione delle materie prime allo smaltimento:

1. Estrazione delle materie prime: Le materie plastiche iniziano come piccole particelle monomeriche, derivate principalmente da petrolio e gas naturale. Questi monomeri subiscono reazioni chimiche che li legano insieme per creare polimeri. Questo processo costituisce la base per la vasta gamma di prodotti in



plastica.

2. **Produzione:** La plastica viene lavorata utilizzando varie tecniche, tra cui:

- **Estrusione:** Questo metodo è comunemente usato per creare tubi, barre e condutture. Il materiale plastico riscaldato viene spinto attraverso una matrice per ottenere la forma desiderata prima di essere raffreddato e solidificato.
- **Stampaggio a soffiaggio:** Utilizzato per produrre oggetti cavi in plastica, come bottiglie e contenitori, lo stampaggio per soffiaggio prevede il gonfiaggio della plastica fusa all'interno di uno stampo per creare la forma desiderata.
- **Stampaggio a iniezione:** Questa tecnica inietta plastica fusa in uno stampo ad alta pressione per creare prodotti in plastica solida come imballaggi e contenitori.
- **Stampaggio a stiramento:** Utilizzato per creare prodotti in plastica con pareti sottili, questo processo stira il materiale plastico riscaldato in uno stampo, rendendolo adatto per articoli come le bottiglie d'acqua.

3. **Distribuzione e consumo:** Le materie plastiche sono ampiamente utilizzate in tutti i settori, in particolare negli imballaggi, nei trasporti e nell'edilizia. Offrono durevolezza, leggerezza e versatilità, rendendole essenziali per proteggere e conservare i prodotti durante il trasporto e lo stoccaggio. Tuttavia, l'uso diffuso di materie plastiche in imballaggi come bottiglie, sacchetti e contenitori contribuisce anche in modo significativo allo spreco di plastica.

4. **Smaltimento e riciclaggio:** La natura non biodegradabile della plastica significa che una volta utilizzata, finisce nelle discariche o viene inviata al riciclaggio. Smaltire la plastica in modo improprio, specialmente nelle discariche o nei corsi d'acqua, può portare all'accumulo di rifiuti inquinanti, ponendo gravi rischi per gli ecosistemi terrestri e marini. Il riciclaggio è un processo cruciale che consente alla plastica di essere riutilizzata in nuovi prodotti o convertita in energia tramite processi di conversione dei rifiuti in energia. Il riciclaggio meccanico riduce la plastica in scaglie o granuli, che vengono poi utilizzati per creare nuovi prodotti in plastica.

5. **Approccio all'economia circolare:** Per passare a un'economia circolare per la plastica sono necessari diversi passaggi chiave:

- Eliminazione della plastica non necessaria o problematica.
- Riutilizzo di articoli in plastica per ridurre i prodotti monouso.
- Garantire che tutta la plastica sia riutilizzabile, riciclabile o compostabile.
- Corretto riciclaggio e compostaggio di tutti i materiali plastici.
- Separare la produzione di plastica dalle risorse finite.
- Rimozione delle sostanze chimiche pericolose dai prodotti in plastica per proteggere l'ambiente e la salute umana.

L'adozione di queste pratiche contribuirà a mitigare l'impatto ambientale della plastica, promuovendo un futuro più sostenibile attraverso una produzione, un consumo e uno smaltimento responsabili.



2.5 Impatto ambientale in ogni fase del ciclo di vita della plastica

I rifiuti di plastica sono diventati un problema globale, in particolare nei paesi in via di sviluppo, dove spesso mancano strutture tecnologiche e normative relative alla produzione, all'uso e alla gestione dei rifiuti di plastica (Eze et al., 2021). La trasformazione della plastica da "oggetti" utili a "rifiuti" problematici è una preoccupazione crescente a partire dagli anni '80. Le ragioni di ciò includono la capacità della plastica di sostituire materiali tradizionali come ceramica, legno e vetro, la rapida crescita della popolazione da 2,5 miliardi a 7,7 miliardi dal 1950 al 2019 e la migrazione delle persone verso aree urbane con facile accesso ai beni di consumo (Kedzierski et al., 2020). Le materie plastiche subiscono vari processi di invecchiamento nell'ambiente, come fotodegradazione, ossidazione termica, idrolisi, biodegradazione e frammentazione (Nayanathara Thathsarani Pilapitiya e Ratnayake, 2024). Questi processi si verificano in diversi ambienti, tra cui deserti, pianure, montagne e oceani (Cozar e altri, 2014; Nayanathara Thathsarani Pilapitiya e Ratnayake, 2024), contribuendo al diffuso impatto ambientale dei rifiuti di plastica a livello globale.

2.6 Plastica nascosta e fonti di microplastiche

Le microplastiche, definite come particelle di plastica più piccole di 5 millimetri, rappresentano una sfida ambientale significativa. Secondo l'Agenzia europea per le sostanze chimiche (ECHA), le microplastiche sono composte da polimeri e additivi funzionali. Possono formarsi accidentalmente quando oggetti di plastica più grandi come pneumatici per auto o tessuti sintetici si usurano, oppure possono essere prodotte intenzionalmente, come le microsfele nei prodotti per la cura del corpo (Agenzia europea per i beni e le attività culturali e per il turismo (ECHA), 2023).

Le microplastiche si dividono in due tipologie:

- 1. Microplastiche primarie:** Rilasciate direttamente nell'ambiente, queste microplastiche rappresentano il 15-31% delle microplastiche oceaniche. Le fonti principali includono il lavaggio di indumenti sintetici (35%), l'abrasione di pneumatici (28%) e le microsfele dei prodotti per la cura della persona (2%) (Parlamento europeo, 2018).
- 2. Microplastiche secondarie:** Prodotti dalla degradazione di oggetti di plastica più grandi come sacchetti e bottiglie di plastica, rappresentano il 68-81% delle microplastiche oceaniche (Parlamento europeo, 2018).

L'inquinamento causato dalle microplastiche non è in linea con gli Obiettivi di sviluppo sostenibile (SDG) delle Nazioni Unite, in particolare SDG 14 (Vita sott'acqua) e SDG 15 (Vita sulla terraferma). Le microplastiche si infiltrano negli ecosistemi, contaminando le specie alimentari e risalendo la catena alimentare (Zhao e tu, 2024). Studi recenti hanno dimostrato che l'ingestione umana di microplastiche è aumentata in modo significativo, principalmente attraverso cibo e aria. Le microplastiche si accumulano nel cibo durante la produzione, la lavorazione e il confezionamento, mentre le particelle sospese nell'aria sono generate principalmente da materiali plastici come gli pneumatici. Questi inquinanti vengono quindi dispersi in ambienti di acqua dolce e salata, entrando nella catena alimentare attraverso il plancton e raggiungendo infine gli esseri umani (Zhao e tu, 2024). Uno studio recente condotto dall'Università di Toronto ha rilevato che quasi il 90% dei campioni di proteine analizzati nel mercato statunitense conteneva microplastiche, evidenziando la contaminazione diffusa della filiera alimentare (Milne e altri, 2024).



Inoltre, la ricerca ha dimostrato che i contenitori di plastica per alimenti possono rilasciare miliardi di particelle nanoplastiche se esposti a calore elevato, come nei microonde ([Milne e altri, 2023](#)). Questa allarmante presenza di microplastiche nell'ambiente e nella filiera alimentare sottolinea l'urgente necessità di una migliore gestione della plastica e di un passaggio verso alternative più sostenibili.

2.7 Microplastiche negli ecosistemi e il loro impatto sulla salute

Microplastiche, stimate in 170 trilioni di particelle che galleggiano negli oceani del mondo ([Eriksen e altri, 2023](#)), rappresentano una sfida significativa per l'ambiente e la salute. Queste minuscole particelle di plastica, più piccole di 5 mm, rimangono negli ecosistemi per lunghi periodi e possono assorbire altri inquinanti. L'acqua funge da mezzo primario per il trasporto delle microplastiche attraverso gli ecosistemi, dove si accumulano in specie acquatiche come il plancton e gli invertebrati, entrando infine nella catena alimentare e causando effetti dannosi su flora, fauna e salute umana. Le microplastiche contaminano i corsi d'acqua e la loro diffusione negli ecosistemi è diventata una preoccupazione crescente. Si spostano lungo la catena alimentare, dal plancton alle specie marine più grandi, per poi essere consumate dagli esseri umani attraverso i frutti di mare. Le microplastiche sono state rilevate in vari alimenti e bevande, tra cui miele, birra e persino acqua del rubinetto. Gli studi dimostrano che particelle di plastica sono state trovate persino nelle feci umane, indicando l'entità del loro impatto ambientale e sulla salute.

Gli effetti a lungo termine sulla salute delle microplastiche sono ancora in fase di studio. Tuttavia, le plastiche contengono spesso additivi come ftalati e bisfenolo A (BPA), sostanze chimiche che possono alterare i sistemi ormonali e causare problemi di salute, tra cui cancro, difetti alla nascita e disturbi neurologici. Secondo una ricerca di Consumer Reports, 84 prodotti alimentari su 85 testati contenevano plastificanti e il 79% conteneva BPA. Ftalati e BPA sono noti interferenti endocrini, che aumentano potenzialmente i rischi di varie malattie. Le conseguenze sulla salute delle microplastiche variano a seconda della modalità di esposizione. Ad esempio, l'ingestione di cibo e acqua contaminati può causare problemi gastrointestinali, mentre l'inalazione di microplastiche trasportate dall'aria può causare problemi respiratori. L'esposizione a lungo termine può anche contribuire a problemi cardiovascolari, malattie neurologiche, disfunzioni del sistema immunitario e persino genotossicità, che aumenta il rischio di cancro e altre gravi condizioni di salute.

2.8 La plastica invisibile nella vita quotidiana e il suo impatto ambientale

Le microplastiche, piccole particelle di plastica spesso invisibili a occhio nudo, sono diventate un problema ambientale significativo. Questi minuscoli frammenti, solitamente di dimensioni inferiori a 5 mm, sono diffusi negli articoli di uso quotidiano, dai cosmetici agli abiti, e persino nell'aria che respiriamo. La loro presenza è un problema crescente, poiché si infiltrano negli ecosistemi, nelle catene alimentari e nella salute umana. Nei cosmetici, le microplastiche sono spesso utilizzate come esfolianti in prodotti come scrub per il corpo e detergenti per il viso. Queste minuscole perle di plastica finiscono nello scarico e alla fine finiscono nei corsi d'acqua, dove contribuiscono all'inquinamento degli oceani. Riconoscendo questo problema, l'Unione Europea ha introdotto nel 2023 un divieto sulla vendita di prodotti cosmetici contenenti microsfele, con l'obiettivo di ridurre l'impatto ambientale. Gli abiti, in particolare i tessuti sintetici come poliestere e nylon, sono un'altra importante fonte di inquinamento da microplastiche. Ogni volta che questi indumenti vengono lavati, migliaia di minuscole fibre di plastica vengono rilasciate nelle acque reflue. Gli elettrodomestici non sono attrezzati per filtrare queste microfibre, consentendo loro di



passare nei fiumi e negli oceani. Uno studio dell'Agenzia norvegese per l'ambiente ha scoperto che ogni lavaggio rilascia fino a 1.900 fibre sintetiche per capo, contribuendo in modo significativo alla contaminazione da plastica ([Pirc e altri, 2022](#)). Le microplastiche derivano anche dall'usura degli pneumatici delle auto. Durante il viaggio, piccole particelle di plastica vengono rilasciate dagli pneumatici e depositate sulle strade, per poi finire nei corsi d'acqua o disperse nell'aria. Una recente ricerca condotta dai Laboratori federali svizzeri per la scienza e la tecnologia dei materiali (Empa) stima che tra il 16% e il 39% di queste particelle finisca nei fiumi e negli oceani, aggravando il crescente problema dell'inquinamento da microplastiche. In una scoperta allarmante, i ricercatori hanno scoperto che la luce solare può scomporre i pezzi di plastica più grandi nell'oceano in particelle ancora più piccole chiamate nanoplastiche. Questi minuscoli frammenti di plastica non sono visibili sulla superficie oceanica ma sono distribuite in tutta la colonna d'acqua, ponendo rischi nascosti per la vita marina. Secondo uno studio del Royal Netherlands Institute for Sea Research, fino all'1,7% delle microplastiche oceaniche si degradano in nanoplastiche ogni anno a causa dell'esposizione alla luce solare ([Delre e altri, 2023](#)). Le microplastiche sono ormai così diffuse che sono state rilevate nel cibo, nell'acqua potabile e persino nell'aria che respiriamo. Il loro accumulo negli ecosistemi e il loro potenziale impatto sulla salute umana e animale le rendono un problema ambientale critico che richiede attenzione e azioni urgenti.

3. Inquinamento da plastica

3.1 Impatto sugli ecosistemi

L'inquinamento da plastica ha effetti devastanti sugli ecosistemi, in particolare sugli ambienti marini. Il danno ambientale si verifica a più livelli, colpendo gli organismi dalla scala molecolare a quella degli ecosistemi. Uno degli impatti più documentati riguarda la vita marina: a livello globale, oltre 2.150 specie marine sono entrate in contatto con la plastica, con il 90% degli uccelli marini e il 52% delle tartarughe marine che ingeriscono rifiuti di plastica. Questa diffusa interazione tra specie marine e inquinamento da plastica porta a numerosi effetti negativi sulla salute, come soffocamento, lesioni interne e malnutrizione, minacciando in ultima analisi la sopravvivenza di varie specie ([Tekman e altri, 2022](#)). La distribuzione globale dell'inquinamento da plastica è irregolare, con alcune aree, come i vortici oceanici, che diventano punti caldi per i detriti di plastica galleggianti. Questi vortici, spesso chiamati "isole di immondizia oceaniche", accumulano grandi quantità di rifiuti di plastica, spinti dalle correnti oceaniche e dai modelli del vento. L'esempio più notevole è la Great Pacific Garbage Patch, dove la plastica continua ad accumularsi, con un impatto sulla biodiversità marina ([Lebreton e altri, 2018](#); [Van Sebille e altri, 2015](#)). Inoltre, le particelle di plastica vengono trasportate a livello globale dall'aria e dalla pioggia, entrando nei cicli biogeochimici e diffondendosi negli ecosistemi ([Brahney e altri, 2021](#)).

Anche l'impatto della plastica sugli ecosistemi marini critici come le barriere coralline e le foreste di mangrovie è significativo. Uno studio pubblicato su Science ha scoperto che i coralli esposti ai rifiuti di plastica hanno un rischio molto più elevato di malattie, aumentando la loro probabilità di morte. I coralli possono soffrire di tassi di malattia fino all'89% quando sono a contatto con la plastica, che può anche danneggiare fisicamente le strutture dei coralli e inibire la capacità dei coralli di crescere ([Agnello e altri, 2018](#)). Solo nell'Oceano Pacifico, circa 11,1 miliardi di oggetti di plastica sono intrappolati nelle barriere coralline, un numero che si prevede aumenterà del 40% entro il 2025 ([2022, 2023](#)). L'inquinamento da



plastica si estende agli ecosistemi costieri e di mangrovie. La ricerca sulle foreste di mangrovie a Giava, in Indonesia, mostra che la plastica può coprire fino al 50% del suolo forestale, influenzando la salute degli alberi di mangrovie e degli organismi che abitano questi ecosistemi. L'inquinamento da plastica compromette il ruolo ecologico delle mangrovie nella protezione costiera e nel supporto della biodiversità ([Van Bijsterveldt e altri, 2021](#)). Gli animali marini sono particolarmente vulnerabili all'ingestione di plastica, che può portare a malnutrizione, lesioni e persino alla morte. Uccelli, pesci e mammiferi marini spesso scambiano i detriti di plastica per cibo, il che può bloccare il loro apparato digerente e causare la fame. Di recente, i ricercatori hanno identificato una malattia chiamata "plasticosi", causata dall'ingestione di plastica e che provoca gravi danni al tratto digerente degli uccelli marini. Questa condizione evidenzia la crescente gravità dell'impatto dell'inquinamento da plastica sulle specie marine ([Charlton-Howard e altri, 2023](#)).

3.2 Casi di studio sull'impatto dei rifiuti di plastica nelle regioni costiere

Le condizioni ambientali di una spiaggia sono spesso misurate dalla quantità di rifiuti marini presenti, con un parametro di riferimento europeo che afferma che sono necessari meno di 20 rifiuti ogni 100 metri di costa per considerare una spiaggia in buone condizioni. Sfortunatamente, raggiungere questo standard è particolarmente difficile per i paesi euromediterranei a causa della natura semi-chiusa del Mar Mediterraneo e delle acque condivise con nazioni non UE (Direttiva 2008/56/CE). I rifiuti marini, che consistono in qualsiasi materiale solido persistente scaricato nell'ambiente costiero e marino, hanno origine da varie fonti. Articoli come plastica e polistirolo, così come vetro, ceramica, carta e tessuti, si trovano frequentemente lungo le coste. Circa il 70% dei rifiuti marini finisce sul fondale oceanico, mentre il resto galleggia o viene trascinato a riva (UNEP, 2021). I rifiuti marini sono particolarmente concentrati lungo le principali rotte di navigazione e vicino alle aree urbane, dove le attività umane portano all'accumulo di rifiuti. Un'iniziativa che affronta questo problema è la campagna annuale EU Beach Cleanup, uno sforzo globale che coinvolge i partecipanti nella pulizia delle spiagge e delle rive dei fiumi. Nel 2023, 45.700 persone in 44 paesi hanno raccolto 183.094 chilogrammi di rifiuti. Un successo notevole è stato registrato in Portogallo, dove 10.000 persone hanno collaborato con la ONG Oceano Azul, raccogliendo oltre 37 tonnellate di rifiuti marini durante 250 azioni di pulizia ([Fondazione Oceano Azul, 2023](#)). In Italia, Legambiente coordina la campagna Clean-up the Med, uno dei più grandi sforzi di pulizia delle spiagge nel Mediterraneo. Questa iniziativa abbraccia 22 paesi del Mediterraneo, coinvolgendo oltre 150 organizzazioni in sforzi non solo per pulire le spiagge, ma anche per sensibilizzare l'opinione pubblica sui rifiuti marini. I dati del sondaggio Beach Litter del 2024 di Legambiente hanno mostrato che in media sono stati raccolti 705 pezzi di rifiuti ogni 100 metri di spiaggia, con il 79,7% degli articoli in plastica. In particolare, i mozziconi di sigaretta sono in cima alla lista, seguiti da frammenti di plastica, tappi di bottiglia e materiali da costruzione ([Legambiente, 2024](#)). Questi sforzi di bonifica, pur avendo un impatto, evidenziano la persistenza dei rifiuti di plastica, in particolare della plastica monouso, negli ambienti costieri. Anche con l'implementazione della direttiva europea sulla plastica monouso (SUP), i rifiuti di plastica continuano a rappresentare circa il 56% dei rifiuti trovati sulle spiagge nel 2024, il che dimostra la necessità di sforzi continui sia nelle campagne politiche che di sensibilizzazione pubblica per ridurre l'inquinamento da plastica.



3.3 Sfide attuali nella gestione dei rifiuti di plastica

Il riciclaggio della plastica è un processo complesso che inizia con la separazione e la raccolta dei rifiuti guidata dal consumatore. Una volta raccolte, le plastiche vengono trasportate in impianti di smistamento e trattamento, dove i materiali vengono separati manualmente o utilizzando dei rilevatori. I rifiuti di plastica selezionati vengono quindi sottoposti a un'ulteriore lavorazione per creare nuove risorse, un passo verso la sostenibilità. Tuttavia, quando il riciclaggio non è possibile, i rifiuti vengono spesso inviati in discarica, aggiungendo inquinamento ambientale. Uno studio notevole di Varsha Madapoosi, "Modern-Day Imperialism in the Global Waste Trade" (2022), evidenzia problemi significativi nella gestione globale dei rifiuti. Lo studio sostiene che le nazioni ricche spesso scaricano i loro rifiuti nei paesi in via di sviluppo, che sono costretti ad accettarli a causa di incentivi finanziari e sistemi storici di oppressione. Molti di questi paesi, tra cui Cina, Malesia e Thailandia, ricevono rifiuti di plastica contaminati che sono difficili da riciclare. Di conseguenza, gran parte dei rifiuti viene scaricata in discarica o incenerita in modi dannosi per l'ambiente ([Benedetta Cotta, 2020](#)). Le nazioni sviluppate spesso utilizzano intermediari per spedire rifiuti di plastica, rendendo difficile tracciarne la destinazione finale o garantirne uno smaltimento responsabile. Una grande parte dei rifiuti esportati, in particolare la plastica commerciale, finisce in paesi al di fuori dell'UE, dove le infrastrutture di smaltimento potrebbero essere inadeguate. Ciò crea un rischio elevato di smaltimento improprio, come lo smaltimento o la combustione dei rifiuti senza controlli. Secondo Eurostat, nel 2022 nell'UE sono state generate 61 milioni di tonnellate di rifiuti, di cui circa 32 milioni di tonnellate esportate. Le prime tre destinazioni per le esportazioni di rifiuti dell'UE sono state Turchia (38%), India (17%) ed Egitto (5%). Germania, Giappone e Stati Uniti sono tra i maggiori esportatori di rifiuti di plastica a livello mondiale. Dal 2010 al 2020, la Cina è stata il principale importatore, ricevendo il 65% dei rifiuti di plastica globali fino a quando il divieto di importazione del 2018 ha costretto altri paesi come Malesia e Turchia a diventare importanti destinazioni. Riconoscendo le sfide ambientali poste da questo commercio globale di rifiuti, l'Unione Europea ha promulgato delle riforme. A partire dal 2026, agli stati membri dell'UE non sarà più consentito esportare rifiuti di plastica verso paesi non OCSE, ai sensi del Regolamento europeo sulle spedizioni di rifiuti 2024/1157. Tale regolamento stabilisce un rigoroso monitoraggio delle esportazioni di rifiuti e le spedizioni saranno sospese se non sarà possibile garantire un trattamento sostenibile.

3.4 Problemi legati alla scarsità d'acqua e all'inquinamento da plastica

La scarsità d'acqua è una delle sfide globali critiche esacerbate dal cambiamento climatico, dalla crescita demografica e dall'inquinamento, inclusa la contaminazione da plastica. Nella Giornata mondiale dell'acqua 2024, tenutasi in Arabia Saudita, i riflettori sono stati puntati sulla scarsità d'acqua, con il tema "Acqua per la pace". Secondo le Nazioni Unite, il 50% della popolazione mondiale affronta già la scarsità d'acqua per almeno un mese all'anno, con 1,8 miliardi di persone che si prevede incontreranno "assoluta scarsità d'acqua" entro il 2025. L'inquinamento da plastica complica il problema contaminando le fonti di acqua dolce, rendendo la depurazione dell'acqua sempre più difficile e costosa. Ad esempio, nell'Italia settentrionale, Greenpeace ha evidenziato "fiumi di plastica" nel letto asciutto del fiume Po, mostrando come i rifiuti di plastica esacerbano i problemi idrici durante i periodi di siccità. Fiumi, laghi e falde acquifere in tutto il mondo sono sempre più contaminati dalla plastica, con un impatto non solo sull'ambiente, ma anche sulla salute umana e sull'accesso all'acqua pulita. Con il peggioramento della scarsità d'acqua, soprattutto nelle regioni colpite dal cambiamento climatico e dai conflitti armati, come la Siria, la competizione per le risorse di acqua pulita si sta intensificando. Il Pacific Institute segnala che



tra il 2000 e il 2023 si sono verificati 1.385 conflitti correlati alla scarsità d'acqua, evidenziando la necessità critica di una migliore gestione delle risorse idriche e del controllo dell'inquinamento.

3.5 Punti caldi dell'inquinamento da plastica e distribuzione globale

Plasticai punti caldi dell'inquinamento sono aree in cui la concentrazione di rifiuti di plastica è significativamente più alta rispetto ad altre regioni. Il Mar Mediterraneo, ad esempio, è considerato uno dei bacini idrici più inquinati dalla plastica a causa della sua natura semi-chiusa, della popolazione densa lungo la costa e delle attività economiche come la navigazione, la pesca e il turismo. Secondo uno studio pubblicato su *Frontiers in Marine Science*, circa 17.600 tonnellate di plastica entrano nel Mediterraneo ogni anno, con la maggior parte che affonda sul fondale marino e circa 3.760 tonnellate che galleggiano in superficie. Altri punti caldi globali includono l'Oceano Artico, che è minacciato dai detriti di plastica che potrebbero danneggiare i suoi ecosistemi incontaminati e le comunità indigene, e il Sud-est asiatico, dove lo smaltimento incontrollato dei rifiuti vicino a grandi popolazioni rappresenta una seria minaccia. Secondo *Science Advances*, 1.000 fiumi in tutto il mondo sono responsabili dell'80% della plastica che scorre negli oceani. Molti di questi fiumi si trovano in Asia, dove paesi come le Filippine e l'India sono i principali contributori a causa dell'elevata produzione di rifiuti e dei sistemi di gestione dei rifiuti inadeguati. Il Great Pacific Garbage Patch, situato tra Canada, Stati Uniti e Hawaii, è un esempio lampante di accumulo di plastica causato dalle correnti oceaniche. Questo enorme campo di detriti galleggianti si estende tra 700.000 e 10 milioni di chilometri quadrati e contiene circa 1,8 trilioni di pezzi di plastica.

3.6 Prospettive globali e locali sull'inquinamento da plastica

Per affrontare l'inquinamento da plastica sono necessarie sia iniziative globali che sforzi locali. Su scala globale, organizzazioni e governi stanno implementando varie strategie, tra cui l'Obiettivo di sviluppo sostenibile (SDG) 14, che mira a proteggere gli ecosistemi marini. L'SDG 17 sottolinea l'importanza delle partnership internazionali per lo sviluppo sostenibile. Anche le iniziative locali stanno guadagnando terreno. In Australia, ad esempio, Pete Ceglinski e Andrew Turton hanno sviluppato il Seabin, un cestino galleggiante che raccoglie detriti di plastica dalla superficie dell'acqua. Innovazioni simili includono il Trash Collect'Thor e il Pixie Drone italiani, che aiutano a raccogliere rifiuti di plastica da porti, fiumi e laghi. Uno dei progetti più ambiziosi è il Manta, un catamarano tecnologico progettato dal navigatore francese Yvan Bourgnon. Il Manta, il cui varo è previsto per il 2024, raccoglierà e lavorerà fino a 10.000 tonnellate di rifiuti di plastica all'anno da oceani e foci di fiumi. Dotato di un laboratorio scientifico e di una piattaforma educativa, il Manta mira non solo a ripulire i rifiuti di plastica, ma anche a sensibilizzare sul problema. Sebbene queste iniziative rappresentino passi importanti verso la mitigazione dell'inquinamento da plastica, c'è ancora molto da fare. Il successo di questi sforzi dipende dalla collaborazione internazionale, dall'innovazione tecnologica, dalla consapevolezza pubblica e dagli incentivi economici per pratiche sostenibili.

3.7 Sforzi del governo e della comunità per affrontare l'inquinamento da plastica

L'inquinamento da plastica è un problema globale e i governi di tutto il mondo stanno adottando politiche e iniziative per combatterne gli effetti dannosi. L'Unione Europea (UE) e organizzazioni internazionali come le Nazioni Unite hanno adottato misure significative per affrontare le sfide poste dai rifiuti di plastica, in particolare negli ambienti marini. A livello globale, 188 paesi hanno emanato divieti nazionali sui sacchetti di plastica, mentre molti altri limitano l'uso di cannucce di plastica, contenitori di



schiuma e prodotti di plastica monouso. Uno dei principali sforzi internazionali per controllare i rifiuti di plastica è la Convenzione di Basilea sul controllo dei movimenti transfrontalieri di rifiuti pericolosi. A partire dal 2021, questo trattato garantisce che i rifiuti di plastica possano essere esportati solo nei paesi che forniscono un consenso scritto preventivo, riducendo la pratica delle nazioni ricche di scaricare rifiuti nei paesi in via di sviluppo. Sebbene gli Stati Uniti non siano parte di questo trattato, altre nazioni hanno accettato di interrompere il commercio di rifiuti di plastica con paesi terzi, a meno che non siano in atto accordi specifici. Nell'UE, la direttiva (UE) 2019/904 prende di mira la plastica monouso vietando articoli come cotton fioc, posate e cannucce laddove siano disponibili alternative sostenibili. L'UE ha inoltre approvato regolamenti volti a promuovere un'economia circolare, ridurre i rifiuti di imballaggio e incoraggiare il riutilizzo dei materiali. Il regolamento (UE) 2024/1157 recentemente adottato stabilisce obiettivi chiari per la riduzione dei rifiuti di imballaggio, tra cui la riduzione della loro produzione del 5% entro il 2030 e la promozione di imballaggi più sicuri eliminando gradualmente sostanze chimiche pericolose come PFAS e BPA. Su scala più ampia, il Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente (UNEP) svolge un ruolo centrale nel guidare gli sforzi globali per affrontare le sfide ambientali, tra cui l'inquinamento da plastica. Alla sesta sessione dell'Assemblea delle Nazioni Unite per l'ambiente (UNEA 6) tenutasi nel 2024, sono state adottate risoluzioni chiave per affrontare il cambiamento climatico, la perdita di biodiversità e l'inquinamento. In particolare, la risoluzione 6/13 si concentra sul rafforzamento delle politiche idriche e la risoluzione 6/15 mira a combattere la perdita di biodiversità marina e l'inquinamento negli oceani. Oltre alle politiche governative, le iniziative della comunità sono fondamentali per combattere l'inquinamento da plastica. Gli sforzi di pulizia locali, come EUBeachCleanup e Clean-up the Med, mobilitano volontari per rimuovere i rifiuti da spiagge e fiumi, contribuendo a ridurre l'inquinamento da plastica alla fonte. Queste iniziative non solo puliscono fisicamente le aree, ma aumentano anche la consapevolezza e promuovono una cultura di responsabilità ambientale tra i cittadini. Le politiche governative e l'azione della comunità devono lavorare di pari passo per mitigare gli effetti a lungo termine dell'inquinamento da plastica. Con una continua cooperazione globale, progressi tecnologici e partecipazione locale, si possono fare progressi sostanziali nella riduzione dell'impatto ambientale dei rifiuti di plastica.

4. Alternative sostenibili alla plastica

4.1 Comprensione dei materiali biodegradabili, compostabili e riciclabili

Materiali biodegradabili e compostabili

Man mano che gli impatti ambientali dell'inquinamento da plastica diventano più evidenti c'è una crescente attenzione verso alternative sostenibili alle plastiche tradizionali. Materiali biodegradabili, compostabili e riciclabili offrono potenziali soluzioni, ciascuna con proprietà distinte e benefici ambientali. Tuttavia, comprendere le differenze tra questi materiali è fondamentale per promuovere una gestione efficace dei rifiuti e garantire che queste alternative contribuiscano in modo significativo agli obiettivi di sostenibilità.

Materiali biodegradabili: Questi materiali sono progettati per decomporsi naturalmente attraverso l'azione di microrganismi, come batteri o funghi. Il processo di degradazione avviene nel tempo in ambienti come il suolo o l'acqua, a seconda del materiale e delle condizioni ambientali. Ad esempio, i

polimeri biodegradabili come PLA (acido polilattico), PHA (poli idrossialcanoati) e PBS (succinato di polibutilene) derivano da risorse rinnovabili come amido o oli vegetali e possono degradarsi più facilmente delle plastiche convenzionali. Questi materiali trovano impiego in un'ampia gamma di settori, tra cui imballaggio, agricoltura e persino dispositivi biomedicali.

Tuttavia, il termine "biodegradabile" può essere fuorviante. Non tutti i materiali biodegradabili si decompongono completamente in sottoprodotti non tossici. Alcuni possono lasciare residui nocivi o microplastiche se non gestiti correttamente, soprattutto se smaltiti in ambienti come gli oceani, dove i processi di degradazione sono più lenti. Ad esempio, molte plastiche biodegradabili richiedono condizioni specifiche, come le alte temperature presenti negli impianti di compostaggio industriale, per decomporsi efficacemente (di Stevens, 2002). Se queste condizioni non vengono rispettate, il materiale potrebbe persistere nell'ambiente, contribuendo all'inquinamento.

Materiali compostabili: I materiali compostabili sono un sottoinsieme dei materiali biodegradabili, ma sono distinti in quanto sono progettati per decomporsi in condizioni controllate in ambienti di compostaggio, lasciando dietro di sé biomassa ricca di nutrienti, acqua e anidride carbonica. A differenza dei materiali biodegradabili generici, gli articoli compostabili devono soddisfare criteri specifici, tra cui la completa degradazione entro un lasso di tempo stabilito senza lasciare residui nocivi. Il compostaggio può essere effettuato in impianti di compostaggio industriali o, in alcuni casi, a casa, sebbene il compostaggio industriale sia in genere più efficiente a causa delle temperature più elevate e dell'attività microbica coinvolta. Materiali come Green Cell Foam o Khel Biofoam sono esempi di alternative compostabili utilizzate negli imballaggi e sacchetti o utensili compostabili sono sempre più disponibili come sostituti monouso della plastica. L'amido termoplastico e i poliesteri alifatici sono comunemente utilizzati nella produzione di materiali compostabili (Bastioli, 1998). Tuttavia, permangono delle sfide, in particolare nell'aumento della produzione e nell'integrazione di questi materiali nei sistemi di gestione dei rifiuti esistenti. In molti paesi, l'infrastruttura per il compostaggio industriale è limitata, il che significa che i prodotti compostabili finiscono spesso nelle discariche, dove potrebbero non degradarsi come previsto (Rudnik, 2008). Nonostante queste sfide, i materiali compostabili offrono notevoli benefici ambientali se gestiti correttamente. Il compostaggio riduce le emissioni di metano dalle discariche, ricicla i nutrienti e supporta gli Obiettivi di sviluppo sostenibile (SDG) promuovendo un uso più sostenibile delle risorse (Hettiarachchi et al., 2020). In Europa, il compostaggio sta diventando sempre più parte integrante dei rifiuti strategie di gestione, con quantità e tecnologie diverse impiegate nei diversi paesi (Barth & Kroeger, 1998).

Materiali riciclabili: Il riciclaggio svolge un ruolo fondamentale nella gestione sostenibile dei rifiuti, consentendo la rielaborazione dei materiali in nuovi prodotti, preservando così le risorse naturali e riducendo il consumo di energia. I materiali riciclabili comuni includono carta, vetro, lattine di alluminio e vari tipi di plastica (Baeyens et al., 2010). Il riciclaggio riduce l'impatto ambientale associato all'estrazione delle materie prime, riduce le emissioni di gas serra e riduce al minimo i rifiuti inviati in discarica (Fediuk e Ali, 2022). Negli ultimi anni, le tecnologie di riciclaggio sono progredite, consentendo una raccolta, una selezione e una lavorazione più efficienti dei materiali. Gli impianti di recupero dei materiali (MRF) e gli impianti di riciclaggio specializzati ora gestiscono flussi di rifiuti complessi, garantendo che gli articoli riciclabili vengano separati e lavorati in modo appropriato. Tuttavia, nonostante questi progressi, permangono delle sfide. La domanda di materiali riciclati fluttua e la contaminazione nei flussi di riciclaggio spesso ostacola l'efficienza del processo (Baeyens et al., 2010). Inoltre, mentre molte



materie plastiche sono riciclabili, non tutte lo sono e l'infrastruttura di riciclaggio varia ampiamente a seconda della regione, limitando l'efficacia degli sforzi di riciclaggio globali. Il riciclaggio è essenziale per il modello di economia circolare (CE), che enfatizza il mantenimento dei materiali in uso il più a lungo possibile attraverso la riparazione, il riutilizzo e il riciclaggio. In settori come l'edilizia, il riciclaggio di materiali come cemento, vetro e metalli può ridurre significativamente l'impatto ambientale e i costi di produzione (Ogunmakinde et al., 2022). Il quadro dell'economia circolare promuove cicli di produzione rigenerativi che riducono al minimo gli sprechi e incoraggiano un uso sostenibile delle risorse, allineandosi con obiettivi di sostenibilità più ampi, come gli Obiettivi di sviluppo sostenibile (SDG) delle Nazioni Unite (Sarangi, 2023).

Confronto tra materiali biodegradabili, compostabili e riciclabili: Comprendere le differenze tra materiali biodegradabili, compostabili e riciclabili è fondamentale per fare scelte consapevoli sull'uso e lo smaltimento dei materiali.

- **Materiali biodegradabili** si decompongono naturalmente nel tempo con l'aiuto di microrganismi, ma il processo di degradazione può essere lento e non sempre produce sottoprodotti non tossici.
- **Materiali compostabili** sono progettati per degradarsi in condizioni specifiche, come quelle riscontrate negli impianti di compostaggio industriale, e devono lasciare residui non tossici. Questi materiali si decompongono più rapidamente di quelli biodegradabili, ma spesso richiedono infrastrutture specializzate.
- **Materiali riciclabili** non si degradano naturalmente, ma possono essere raccolti, lavorati e trasformati in nuovi prodotti, contribuendo a preservare le risorse e a ridurre gli sprechi.

Mentre i materiali biodegradabili e compostabili offrono soluzioni più immediate per ridurre i rifiuti di plastica, i loro benefici ambientali dipendono in larga misura da metodi di smaltimento adeguati. Ad esempio, gli articoli compostabili devono essere trattati in impianti di compostaggio industriale per degradarsi in modo efficace e le plastiche biodegradabili potrebbero non decomporsi completamente in ambienti marini. D'altro canto, i materiali riciclabili supportano un'economia circolare consentendo il riutilizzo continuo, riducendo la necessità di nuove risorse e mantenendo i materiali in circolazione per periodi più lunghi (Tábi, 2022). Promuovere scelte informate dei consumatori e migliorare l'accesso ad alternative sostenibili è fondamentale per garantire che questi materiali siano utilizzati in modo efficace. Governi, industrie e consumatori devono lavorare insieme per affrontare le sfide della scalabilità, della competitività dei costi e dello sviluppo delle infrastrutture. La collaborazione tra mondo accademico, industria e responsabili politici è essenziale per promuovere alternative sostenibili alla plastica e ridurre l'impatto ambientale dei rifiuti di plastica (Jabeen e altri, 2024).

4.2 Alternative sostenibili alle plastiche tradizionali e ai loro benefici ambientali

Le alternative sostenibili alle plastiche tradizionali stanno guadagnando importanza come potenziali soluzioni alla crisi dell'inquinamento da plastica. Le bioplastiche, realizzate da risorse rinnovabili come biomassa, amido e oli vegetali, sono una delle alternative più promettenti (Sousa & Silvestre, 2021; Kharb & Saharan, 2022). Le bioplastiche più diffuse includono PLA (acido polilattico), PHA (poliidrossialcanoati) e PBS (succinato di polibutilene), che sono biodegradabili, emettono meno gas serra e hanno diverse applicazioni nel packaging, nei dispositivi biomedicali, nell'agricoltura e persino nella stampa 3D (Jabeen e altri, 2024; Rameshkumar et al., 2020). Questi materiali non solo riducono la dipendenza



dai combustibili fossili, ma supportano anche l'economia circolare promuovendo il riutilizzo, il riciclaggio o il compostaggio dei materiali dopo il loro ciclo di vita (Sousa & Silvestre, 2021). Un vantaggio ambientale significativo delle bioplastiche è la loro degradazione naturale attraverso l'attività microbica, che riduce il loro impatto a lungo termine rispetto alle plastiche convenzionali che persistono per secoli negli ecosistemi ([Jabeen e altri, 2024](#); Choubey, 2023). Le analisi del ciclo di vita rivelano che le bioplastiche realizzate da materie prime di seconda generazione come i rifiuti agricoli riducono l'uso di energia non rinnovabile del 25%, offrendo una scelta più sostenibile (Narendra Singh et al., 2022). Nonostante il loro potenziale, le bioplastiche affrontano sfide in termini di scalabilità, competitività dei costi e gestione del fine vita ([Jabeen e altri, 2024](#); [Corto, 2023](#)). Si prevede che la domanda globale di bioplastiche aumenterà, con una capacità produttiva prevista in crescita da 2,1 milioni di tonnellate nel 2019 a 6,3 milioni di tonnellate entro il 2027 ([Corto, 2023](#)). Tuttavia, il costo inferiore e la versatilità delle plastiche tradizionali rimangono barriere all'adozione della bioplastica. Superare queste sfide richiede innovazioni tecnologiche, nuove strategie di gestione dei rifiuti, politiche pubbliche di supporto e cambiamenti nel comportamento dei consumatori ([Corto, 2023](#)). La collaborazione tra mondo accademico, industria e governo sarà essenziale per la diffusione su larga scala delle bioplastiche e di altri materiali sostenibili ([Jabeen e altri, 2024](#)). Anche i polimeri di origine biologica, derivati da risorse rinnovabili come carboidrati e oli vegetali, vengono esplorati come alternative ecologiche alle plastiche tradizionali. Questi materiali sono biodegradabili, emettono meno gas serra e aiutano a ridurre l'impatto ambientale della produzione di plastica (Kharb & Saharan, 2022; [Rizvi, 2024](#)). Tuttavia, per un loro utilizzo diffuso, è necessario affrontare questioni quali la fattibilità economica e l'accettazione da parte dei consumatori ([Rizvi, 2024](#)). Il riciclaggio della plastica post-consumo può anche ridurre l'impatto ambientale complessivo, supportando il passaggio a modelli di consumo sostenibili ([Frackowiak, 2023](#)). Il movimento verso la plastica sostenibile è rafforzato da iniziative come il Green Deal europeo, che punta a emissioni nette pari a zero entro il 2050 ([Di Bartolo et al., 2021](#)). Sebbene le bioplastiche e i polimeri di origine biologica offrano un potenziale significativo, il raggiungimento dei loro pieni benefici ambientali richiederà innovazione, investimenti e collaborazione continui tra i settori ([Rizvi, 2024](#); [Jabeen e altri, 2024](#)). Promuovendo questi materiali e allineandosi ai principi dell'economia circolare, la società può compiere passi significativi nella riduzione dell'inquinamento da plastica e nella promozione di un futuro sostenibile.

5. Innovazioni tecnologiche nella riduzione dell'uso della plastica

5.1 Stampa 3D e progressi tecnologici nella riduzione dell'uso della plastica

La tecnologia di stampa 3D offre soluzioni innovative per ridurre i rifiuti di plastica e minimizzare l'impatto ambientale dei processi di produzione. Consentendo la creazione di geometrie complesse con un utilizzo di materiali e un consumo energetico ridotti rispetto ai metodi tradizionali, la stampa 3D contribuisce alla sostenibilità ([Nyika e altri, 2021](#)). L'integrazione di rifiuti di plastica riciclata e fibra di carbonio nei processi di stampa 3D, come la modellazione a deposizione fusa (FDM) e la sinterizzazione laser selettiva (SLS), ha portato alla produzione di strutture leggere e ad alta resistenza adatte a vari settori ([Patellae altri, 2023](#)). Questo approccio è in linea con i principi dell'economia circolare, incoraggiando il riciclaggio, la ristrutturazione, la rigenerazione e il riutilizzo ([Dinka e Nyika, 2023](#)). Nonostante i suoi vantaggi, persistono delle sfide, tra cui l'inefficienza energetica, gli sprechi dalle strutture di supporto e le emissioni di particolato e composti organici volatili. Questi problemi possono essere mitigati ottimizzando



i tempi di stampa, utilizzando materiali biodegradabili o riciclabili e migliorando l'orientamento di stampa (2019, 2019 anni; Nyika e altri, 2021). Un'applicazione innovativa della stampa 3D è il suo utilizzo per affrontare l'inquinamento marino da plastica. Gli studi dimostrano che l'utilizzo di rifiuti di plastica marina come materiale per la stampa 3D è più ecologico rispetto alle alternative di origine biologica come bio-PA e PLA, con conseguente significativa riduzione dell'impatto ambientale (Cañado e altri, 2022). L'industria marittima ha iniziato a utilizzare la stampa 3D per produrre navi, imbarcazioni e parti con materiali biodegradabili come PLA e PHB, riducendo l'inquinamento e supportando un'economia circolare (Grosious e Lakshmaiya, 2024). La ricerca sui framework di stampa 3D orientati all'utente supporta ulteriormente questa transizione adattando i rifiuti di plastica marina riciclata alle esigenze uniche del settore marittimo-portuale (Garrido e altri, 2021). La stampa 3D consente inoltre la creazione di filamenti da polimeri riciclati, dando una seconda vita ai rifiuti di plastica (Mikula e altri, 2020). Tecniche come FDM e SLS possono utilizzare questi materiali riciclati, sebbene FDM, utilizzando ABS, sia più conveniente e generi meno rifiuti rispetto a SLS utilizzando PA 12 (DePalma et al., 2020). I componenti in plastica riciclata possono avere una resistenza inferiore rispetto ai materiali vergini, ma l'incorporazione di additivi può migliorare le prestazioni dei materiali riciclati nelle applicazioni di stampa 3D (Mishra e altri, 2023). I recenti progressi nella stampa 3D di compositi in polimero rinforzato con fibra di carbonio (CFRP) che incorporano rifiuti di plastica riciclata promettono di produrre strutture leggere e ad alta resistenza (Patel e altri, 2023). FDM e SLS sono metodi chiave per la stampa di questi compositi, con fibre di carbonio riciclate ottenute da rifiuti CFRP che producono parti con proprietà simili a quelle realizzate con fibre di carbonio vergini (Ateeq e altri, 2023). Queste innovazioni evidenziano il potenziale della tecnologia di stampa 3D nel ridurre i rifiuti di plastica, promuovendo al contempo un'economia circolare nella produzione.

5.2 Principi di economia circolare e innovazione per la sostenibilità

L'economia circolare (CE) rappresenta un approccio trasformativo alla sostenibilità che si concentra sulla massimizzazione dell'efficienza delle risorse e sulla riduzione al minimo degli sprechi creando sistemi a ciclo chiuso per materiali e prodotti. A differenza della tradizionale economia lineare, in cui i prodotti vengono realizzati, utilizzati e smaltiti, l'economia circolare enfatizza il mantenimento dei materiali in circolazione il più a lungo possibile attraverso il riutilizzo, il riciclaggio, la ristrutturazione e la rigenerazione (Blažek, 2022; Konietzko e altri, 2020a). Questo modello richiede un cambiamento nelle pratiche aziendali, nella progettazione dei prodotti e nei modelli di consumo per raggiungere la sostenibilità a lungo termine e ridurre gli impatti ambientali, in particolare quelli legati ai rifiuti di plastica. Per implementare con successo i principi dell'economia circolare, le aziende devono ripensare radicalmente i loro modelli aziendali e abbracciare l'innovazione a più livelli. Ciò implica non solo il cambiamento del modo in cui i prodotti vengono progettati e realizzati, ma anche la creazione di nuovi modelli aziendali che diano priorità alla sostenibilità ecologica insieme alla fattibilità economica (Blažek, 2022). La chiave di questa trasformazione è il concetto di innovazione del modello di business circolare, che integra pratiche sostenibili nelle operazioni principali delle aziende. Ciò include il riconoscimento delle tendenze a livello di ecosistema, la comprensione del valore per tutti gli stakeholder e la valutazione continua degli impatti sulla sostenibilità delle decisioni aziendali (Antikainen & Valkokari, 2016). Inoltre, l'innovazione dell'ecosistema circolare svolge un ruolo fondamentale nel guidare la transizione verso un'economia circolare. Questo necessita la collaborazione tra diverse parti interessate, tra cui aziende, decisori politici, ricercatori e consumatori, per co-creare soluzioni che supportino la sostenibilità (Konietzko et al., 2020b). Principi quali collaborazione, sperimentazione e piattaforma sono fondamentali



per promuovere l'innovazione negli ecosistemi circolari. Ad esempio, le aziende possono sviluppare portafogli di innovazione circolare gestendo strategicamente le risorse interne, sviluppando congiuntamente con i partner e sincronizzando le attività con attori più ampi dell'ecosistema per garantire l'allineamento con gli obiettivi dell'economia circolare (Gomes e altri, 2023). Strumenti come Circularity Deck aiutano le organizzazioni ad analizzare e sviluppare ecosistemi di innovazione circolare guidandoli attraverso diverse strategie per prospettive di circolarità e innovazione (Konietzko e altri, 2020b). L'adozione dei principi dell'economia circolare è particolarmente importante per affrontare l'inquinamento da plastica, una crescente minaccia ambientale. Le strategie dell'economia circolare possono aiutare a ridurre la generazione di rifiuti di plastica promuovendo il riciclaggio, il riutilizzo e progetti di prodotti più sostenibili. Ad esempio, le innovazioni nella gestione dei rifiuti di plastica hanno dimostrato il potenziale per integrare tecnologie digitali e approfondimenti sul comportamento dei consumatori per ridurre al minimo l'inquinamento da plastica (Khatami e altri, 2022). La digitalizzazione, in particolare, offre nuove opportunità per tracciare l'uso della plastica, migliorare i sistemi di riciclaggio e ottimizzare i flussi di risorse all'interno di ecosistemi circolari. Tuttavia, la transizione verso un'economia circolare della plastica porta anche sfide, come la necessità di mitigare i rischi correlati alla contaminazione da microplastiche durante i processi di riciclaggio (Sibergae e altri, 2022). Pertanto, affrontare l'inquinamento da plastica richiede un approccio completo che combini interventi politici, campagne di sensibilizzazione pubblica e innovazioni nella riduzione e nel riciclaggio della plastica. In definitiva, la transizione verso un'economia circolare riguarda la creazione di un sistema sostenibile ed efficiente in termini di risorse che riduca il degrado ambientale sostenendo al contempo la crescita economica. Integrando i principi circolari negli ecosistemi di innovazione e promuovendo la collaborazione tra i settori, la società può avvicinarsi al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità e ridurre al minimo l'impatto dei rifiuti di plastica sull'ambiente.

5.3 Riduzione dell'impatto personale di plastica

Azioni pratiche che gli studenti possono intraprendere per ridurre l'uso della plastica nella vita quotidiana

L'inquinamento da plastica è un problema globale in crescita e gli studenti, in quanto parte della generazione più giovane, sono in una posizione privilegiata per guidare il cambiamento culturale necessario per ridurre la nostra dipendenza dalla plastica monouso. Adottando abitudini sostenibili nella loro vita quotidiana, gli studenti possono ridurre significativamente la loro impronta di plastica e ispirare gli altri a fare lo stesso. La ricerca ha dimostrato che quando gli individui, in particolare gli studenti, adottano comportamenti di consumo ecologici, la riduzione dei rifiuti di plastica può essere profonda. Uno studio nella Cina occidentale ha scoperto che la promozione di pratiche ecologiche tra gli studenti universitari ha ridotto il consumo di plastica del 45%, portando a una riduzione annuale pro capite di 4,4 kg nell'uso di plastica (Lui e Yu, 2023). Ecco alcuni modi pratici in cui gli studenti possono ridurre il loro impatto sulla plastica nella vita quotidiana:

1. Utilizzare bottiglie d'acqua, tazze da caffè e posate riutilizzabili

Le bottiglie d'acqua monouso e i bicchieri di plastica sono tra i più significativi fattori che contribuiscono allo spreco di plastica, soprattutto nelle scuole e nelle università dove gli studenti consumano bevande in movimento. Sostituire le bottiglie di plastica monouso con bottiglie riutilizzabili in acciaio inossidabile o



vetro può ridurre drasticamente lo spreco. Allo stesso modo, usare tazze da caffè riutilizzabili per le dosi quotidiane di caffeina e portare con sé posate e contenitori per alimenti riutilizzabili può ridurre significativamente la plastica monouso. Gli utensili di plastica monouso sono spesso trascurati, ma sono una fonte considerevole di rifiuti di plastica, in particolare nelle mense e nei punti di ristoro del campus. Gli studi dimostrano che il passaggio ad alternative riutilizzabili per gli articoli di uso quotidiano come bottiglie d'acqua, tazze da caffè e posate può ridurre significativamente l'inquinamento da plastica negli ambienti di acqua dolce e l'impronta di plastica complessiva di un individuo ([Marazzi et al., 2020](#)). Gli articoli riutilizzabili sono generalmente più durevoli, possono durare anni e, in definitiva, consentono di risparmiare denaro riducendo la necessità di acquisti frequenti di prodotti usa e getta.

2. Portare borse della spesa riutilizzabili

Le buste di plastica sono una delle forme più comuni di inquinamento da plastica presenti nell'ambiente, spesso finiscono negli oceani dove rappresentano una minaccia significativa per la vita marina. Molti paesi hanno introdotto politiche per scoraggiare l'uso di buste di plastica monouso, ma i singoli possono decidere autonomamente di evitarle del tutto. Gli studenti possono portare con sé buste della spesa riutilizzabili realizzate con materiali sostenibili come cotone, juta o tessuti riciclati. Incorporare le buste riutilizzabili nelle routine quotidiane è un modo semplice ma efficace per ridurre i rifiuti di plastica. Uno studio di [Senese e altri \(2023\)](#) evidenzia che il consumo di cibo, compresi gli imballaggi alimentari e le borse della spesa, contribuisce in modo significativo alle impronte di plastica individuali. Passare alle borse riutilizzabili non solo riduce l'uso di plastica, ma aiuta anche a sensibilizzare sulle abitudini sostenibili all'interno di gruppi di pari e comunità.

3. Scegli prodotti senza imballaggio o con imballaggio minimo

Una delle maggiori fonti di rifiuti di plastica è l'imballaggio dei prodotti, in particolare sotto forma di pellicole termoretraibili, pellicole di plastica e altri materiali non riciclabili. Gli studenti possono avere un impatto scegliendo di acquistare prodotti con un imballaggio minimo o da negozi all'ingrosso dove l'imballaggio è completamente eliminato. Sebbene i negozi senza imballaggio non siano ancora disponibili ovunque, gli studenti possono fare uno sforzo consapevole per selezionare prodotti in imballaggi riciclabili o biodegradabili quando possibile. Scegliere prodotti freschi rispetto alle opzioni preconfezionate o portare contenitori riutilizzabili nei negozi che offrono articoli all'ingrosso può aiutare a ridurre la dipendenza dagli imballaggi di plastica ([Rabiu & Jaeger-Erben, 2024](#)). Inoltre, i negozi senza imballaggio o quelli che si concentrano su alternative a zero spreco offrono agli studenti opzioni che si allineano ai principi di un'economia circolare, incoraggiando il riutilizzo, il riempimento e il riciclaggio. Questo approccio aiuta a creare una filiera più sostenibile e promuove una maggiore consapevolezza dell'impatto ambientale degli imballaggi in plastica.

4. Passare a flaconi di detersivo e prodotti per la pulizia ricaricabili

Molte aziende ora offrono stazioni di ricarica per prodotti per la casa come detersivi, shampoo e prodotti per la pulizia. Invece di acquistare nuove bottiglie di plastica ogni volta che questi prodotti finiscono, gli studenti possono riempire le bottiglie esistenti, riducendo i rifiuti di plastica monouso. Questo passaggio ai prodotti ricaricabili è un passo avanti verso l'adozione di pratiche di economia circolare, in cui i rifiuti di imballaggio sono ridotti al minimo e le risorse vengono riutilizzate ([Marazzi et al., 2020](#)). Il passaggio ai prodotti ricaricabili non solo fa risparmiare plastica, ma spesso porta anche a risparmi sui costi. Gli



studenti possono trarre vantaggio dall'acquisto all'ingrosso o dall'utilizzo di stazioni di ricarica, che in genere fanno pagare meno per unità di prodotto rispetto al costo di acquisto di una nuova bottiglia ogni volta.

5. Evitare la plastica monouso nelle mense e nei punti vendita di alimenti

Nei campus, le mense e i punti di ristoro sono le principali fonti di plastica monouso. Dalle cannucce di plastica ai contenitori per alimenti usa e getta, i rifiuti generati dai pasti quotidiani possono accumularsi rapidamente. Gli studenti possono portare i loro contenitori riutilizzabili per pasti e bevande da asporto, rifiutare le cannucce di plastica e optare per alternative ecologiche come cannucce di bambù o acciaio inossidabile. Le mense possono anche essere incoraggiate a offrire incentivi, come sconti per gli studenti che portano i loro contenitori o usano tazze da caffè riutilizzabili ([Senese e altri, 2023](#)). Apportando questi piccoli ma significativi cambiamenti, gli studenti contribuiscono a ridurre la domanda di plastica monouso e a promuovere una cultura della sostenibilità nel campus.

6. Partecipa alle campagne e agli eventi per la riduzione dei rifiuti di plastica

Molte università e organizzazioni studentesche organizzano campagne di riduzione della plastica, eventi di pulizia e workshop per aumentare la consapevolezza sul problema dell'inquinamento da plastica. Partecipando o organizzando tali iniziative, gli studenti possono impegnarsi attivamente negli sforzi della comunità per affrontare i rifiuti di plastica. Le università possono anche fornire risorse, come calcolatori dell'impronta di plastica, per aiutare gli studenti a misurare e comprendere il loro impatto ambientale. Queste campagne incoraggiano cambiamenti comportamentali e forniscono una guida pratica sulla riduzione dell'uso della plastica ([Lui e Yu, 2023](#)). L'impegno nelle campagne di riduzione della plastica promuove un senso di comunità e responsabilità collettiva. Inoltre, incoraggia gli studenti a sviluppare e condividere soluzioni innovative, contribuendo ad aumentare la consapevolezza e a incoraggiare più persone ad adottare alternative senza plastica.

7. Utilizzare le piattaforme digitali per una vita sostenibile

Nell'era digitale odierna, gli studenti hanno accesso a varie app e strumenti che promuovono uno stile di vita sostenibile. App come "Too Good To Go" o "Olio" si concentrano sulla riduzione dello spreco alimentare, mentre altre come "Refill" aiutano le persone a trovare luoghi in cui riempire le bottiglie d'acqua invece di comprarne di nuove. Utilizzando tali piattaforme, gli studenti possono fare scelte più ecologiche nella loro vita quotidiana, riducendo al contempo la loro dipendenza dalla plastica ([Rabiu e Alberi Jaeger, 2024](#)).

5.4 Abitudini sostenibili e il loro impatto a lungo termine sull'ambiente

Le abitudini sostenibili, una volta adottate, possono avere un impatto profondo e duraturo sia sugli stili di vita individuali che sui risultati ambientali più ampi. La pratica costante di abitudini sostenibili svolge un ruolo fondamentale nel ridurre il degrado ambientale, conservare le risorse e promuovere l'equilibrio ecologico a lungo termine. Che si tratti di consumo personale o di pratiche aziendali, i comportamenti sostenibili guidano un cambiamento significativo verso un futuro più sostenibile.

5.4.1 Il ruolo delle abitudini personali nella sostenibilità ambientale

I valori e gli atteggiamenti personali influenzano notevolmente il comportamento di un individuo nei



confronti della sostenibilità, in particolare in ambiti quali il consumo alimentare, l'uso delle risorse e la riduzione degli sprechi (Tiwari, 2024). Ad esempio, passare ad abitudini alimentari sostenibili come il consumo di cibi di origine vegetale di provenienza locale può ridurre significativamente la propria impronta di carbonio. Tuttavia, le azioni abituali spesso prevalgono sul processo decisionale consapevole, il che significa che anche gli individui con forti valori ambientali possono avere difficoltà ad adottare comportamenti sostenibili se hanno abitudini insostenibili profondamente radicate (Plance, 2010). Questa dinamica evidenzia l'importanza di affrontare i comportamenti abituali quando si promuove la sostenibilità. Incoraggiare abitudini sostenibili come l'uso di borse riutilizzabili, la riduzione al minimo del consumo di energia o l'evitamento della plastica monouso può comportare benefici a lungo termine per l'ambiente. Queste piccole azioni, se praticate costantemente, si accumulano in miglioramenti ambientali sostanziali nel tempo. La ricerca suggerisce che forti abitudini ambientali possono aiutare a superare le barriere comuni ai comportamenti sostenibili, come la praticità e il costo (Linder e altri, 2021). Per avere un impatto più ampio, è essenziale promuovere azioni sostenibili abituali attraverso l'istruzione, campagne di sensibilizzazione e miglioramenti infrastrutturali.

5.4.2 Imprenditorialità sostenibile e benefici ambientali a lungo termine

L'imprenditorialità sostenibile (SE) sta guadagnando terreno man mano che le aziende riconoscono sempre di più l'importanza di integrare la sostenibilità nelle loro operazioni. Adottando pratiche aziendali sostenibili, gli imprenditori possono migliorare le loro performance finanziarie, migliorare il posizionamento sul mercato e aumentare la soddisfazione dei dipendenti, contribuendo al contempo alla salvaguardia ambientale (Egieya e altri, 2023). I modelli di business sostenibili spesso incorporano principi di economia circolare, come la riduzione degli sprechi, il riciclaggio dei materiali e l'utilizzo di risorse ecocompatibili. Queste pratiche contribuiscono a ridurre l'impronta di carbonio, promuovendo l'efficienza delle risorse e migliorando la sostenibilità complessiva delle industrie (Oluwadamilare e e altri, 2023). Nonostante questi vantaggi, gli imprenditori sostenibili spesso affrontano sfide come complessità normative, accettazione del mercato e implicazioni finanziarie (Rosario et al., 2022). Tuttavia, l'impatto ambientale a lungo termine dell'imprenditorialità sostenibile può essere significativo. Promuovendo l'innovazione e promuovendo modelli aziendali ecosostenibili, l'imprenditorialità sostenibile può contribuire a ridurre l'inquinamento, preservare le risorse e creare mercati più resilienti e sostenibili. L'integrazione della sostenibilità nelle attività aziendali aiuta anche a guidare il cambiamento sistemico, incoraggiando altri settori ad adottare eco-innovazioni e pratiche verdi.

5.4.3 Il potere delle abitudini nella trasformazione ambientale

Le abitudini sono potenti motori del comportamento e, nel contesto della sostenibilità ambientale, svolgono un ruolo fondamentale nel plasmare i risultati a lungo termine. Sebbene la conoscenza e la consapevolezza della sostenibilità siano essenziali, spesso non sono sufficienti per innescare un cambiamento duraturo del comportamento. Le abitudini, una volta formate, possono agire come risposte automatiche agli stimoli ambientali, aiutando gli individui a impegnarsi costantemente in comportamenti pro-ambientali senza richiedere uno sforzo cosciente (Linder e altri, 2021). Ad esempio, un'abitudine semplice come portare una bottiglia d'acqua riutilizzabile o una borsa della spesa può prevenire l'uso di centinaia di articoli di plastica monouso nel tempo. L'effetto cumulativo di queste azioni abituali è profondo, contribuendo alla riduzione dei rifiuti e alla riduzione della domanda di prodotti ad alta intensità di risorse. Allo stesso modo, le aziende che sviluppano abitudini operative sostenibili, come il riciclaggio di materiali di scarto o l'approvvigionamento di energia rinnovabile, possono vedere significative riduzioni



del loro impatto ambientale nel tempo. Tuttavia, interrompere abitudini non sostenibili e crearne di nuove e sostenibili può essere difficile. Ciò è particolarmente vero quando individui o aziende sono abituati a comportamenti guidati dalla comodità che sono dannosi per l'ambiente. Pertanto, creare un ambiente che incoraggi e supporti abitudini sostenibili, sia attraverso infrastrutture, politiche o incentivi, è fondamentale per ottenere un cambiamento duraturo ([Plance, 2010](#)).

5.4.4 L'importanza della collaborazione e della politica nella promozione di abitudini sostenibili

Le abitudini sostenibili, sia a livello personale che aziendale, sono influenzate dal contesto ambientale e normativo più ampio. I decisori politici svolgono un ruolo cruciale nel plasmare le condizioni che promuovono comportamenti sostenibili. Ad esempio, le normative che promuovono l'energia rinnovabile, limitano l'uso della plastica o incentivano il riciclaggio possono incoraggiare individui e aziende ad adottare abitudini sostenibili più facilmente. Inoltre, la collaborazione tra governi, aziende e comunità è essenziale per guidare un cambiamento diffuso. Le aziende possono dare il buon esempio, adottando pratiche sostenibili e incoraggiando i consumatori a fare lo stesso. Allo stesso tempo, i governi possono implementare politiche che premiano i comportamenti sostenibili e creano disincentivi per pratiche dannose per l'ambiente. Anche le campagne di sensibilizzazione pubblica e le iniziative educative svolgono un ruolo chiave nello spostamento delle norme culturali verso la sostenibilità, aiutando individui e organizzazioni a prendere decisioni informate che siano in linea con gli obiettivi ambientali a lungo termine.

5.4.5 Impatto a lungo termine delle abitudini sostenibili

L'impatto ambientale a lungo termine dell'adozione di abitudini sostenibili è significativo. Per gli individui, praticare costantemente comportamenti sostenibili come la riduzione del consumo energetico, la minimizzazione degli sprechi e la scelta di prodotti eco-compatibili può portare a minori emissioni di gas serra, riduzione dell'inquinamento e conservazione delle risorse naturali. Su scala più ampia, quando le aziende integrano la sostenibilità nelle loro operazioni, contribuiscono a un'economia circolare che promuove l'efficienza delle risorse, riduce gli sprechi e minimizza il degrado ambientale ([Oluwadamilare e altri, 2023](#)).

6. Economia circolare e Obiettivi di sviluppo sostenibile per trasformare i rifiuti in risorse

6.1 Introduzione all'economia circolare

L'economia circolare (CE) è un modello innovativo che cerca di ripensare i sistemi economici tradizionali progettando gli sprechi, mantenendo i prodotti in uso e rigenerando gli ecosistemi naturali. A differenza dell'economia lineare, che segue un modello di consumo di risorse "prendi-produci-smaltisci", il modello CE opera sul principio di creare sistemi a ciclo chiuso in cui i materiali vengono riutilizzati, riparati, riciclati o riadattati per ridurre al minimo gli sprechi e prolungare la vita dei prodotti. L'obiettivo finale è garantire che le risorse vengano utilizzate in modo efficiente, che i prodotti mantengano valore nel tempo e che gli ecosistemi naturali vengano rigenerati anziché esauriti ([Domenech & Stegemann, 2021](#); [Fiera, 2023](#)). Uno dei concetti fondamentali di CE è la progettazione di rifiuti e inquinamento. Ciò



implica ripensare la progettazione di prodotti e servizi per ridurre la produzione di rifiuti in ogni fase di produzione e consumo. Dando priorità a materiali e processi riciclabili, biodegradabili o riutilizzabili, CE mira a eliminare il danno ambientale causato da rifiuti e inquinamento. Ad esempio, le aziende stanno esplorando modi per sostituire la plastica monouso con alternative biodegradabili o creare prodotti modulari che possono essere facilmente riparati e aggiornati, riducendo la necessità di una sostituzione costante. Un altro componente essenziale di CE è mantenere i prodotti in uso il più a lungo possibile. Questo principio sottolinea l'importanza di estendere il ciclo di vita dei beni attraverso strategie come riutilizzo, riparazione, rigenerazione e ristrutturazione. Mantenendo il valore dei prodotti nel tempo, CE aiuta a ridurre la domanda di nuove materie prime, conservando in ultima analisi le risorse naturali e riducendo l'impatto ambientale. Questo cambiamento richiede alle aziende di allontanarsi dai tradizionali modelli di proprietà e adottare approcci basati sui servizi, in cui i clienti pagano per l'accesso ai prodotti anziché per la proprietà assoluta ([Domenech & Stegemann, 2021](#)). Oltre all'efficienza delle risorse, l'economia circolare si concentra sulla rigenerazione dei sistemi naturali. A differenza dell'economia lineare, che spesso esaurisce le risorse naturali e causa degrado ambientale, l'economia circolare cerca di ripristinare gli ecosistemi e promuovere la biodiversità. Ciò può essere ottenuto utilizzando energia rinnovabile, adottando pratiche agricole sostenibili e progettando prodotti che possono essere restituiti in sicurezza all'ambiente alla fine del loro ciclo di vita, come i materiali compostabili. L'enfasi non è solo sulla riduzione al minimo dei danni, ma anche sul contributo attivo alla rigenerazione degli ecosistemi ([Pitt & Heinemeyer, 2015](#)). Il modello CE è visto come un potente strumento per affrontare le sfide ambientali del 21° secolo. Passando al CE, le economie possono ridurre la loro impronta di carbonio, abbassare le emissioni di gas serra e affrontare i problemi globali dei rifiuti. Inoltre, il CE ha il potenziale per creare nuove opportunità economiche e generare posti di lavoro in settori quali il riciclaggio, la ristrutturazione dei prodotti e la progettazione sostenibile. Secondo le stime, l'adozione di pratiche di economia circolare potrebbe stimolare la crescita economica sbloccando nuovi modelli di business e innovazione ([Fiera, 2023](#)). Nonostante le sue promesse, la transizione verso un'economia circolare deve affrontare diverse sfide. Barriere culturali, come poiché le preferenze dei consumatori per i prodotti usa e getta, gli elevati costi di transizione per le aziende e la necessità di un coordinamento normativo globale sono alcuni degli ostacoli che devono essere affrontati per rendere l'EC mainstream ([Fiera, 2023](#)). Inoltre, c'è necessario condurre ulteriori ricerche su come l'economia circolare possa essere applicata in diversi settori e regioni, nonché sviluppare politiche che supportino l'adozione di pratiche circolari.

6.2 Il ruolo della riduzione, del riutilizzo e del riciclaggio nei principi dell'economia circolare

L'economia circolare (CE) ruota attorno ai principi fondamentali di riduzione, riutilizzo e riciclo (principi 3R), mirando a creare un sistema rigenerativo che minimizzi gli sprechi e ottimizzi l'uso delle risorse. Affrontando le inefficienze del modello lineare "prendi-produci-smaltisci", questi principi 3R sono fondamentali nella transizione verso un'economia sostenibile che preservi il valore ambientale e promuova l'equilibrio ecologico a lungo termine ([Heshmati, 2016](#)). Quando applicate in modo efficace, queste pratiche supportano gli obiettivi CE più ampi di riduzione del consumo di materiali, estensione dei cicli di vita dei prodotti e chiusura dei cicli delle risorse, allineandosi così con gli sforzi globali di sostenibilità.



Riduzione: minimizzazione dell'uso delle risorse

La riduzione si concentra sulla riduzione al minimo del consumo di materie prime e sulla diminuzione della produzione di rifiuti promuovendo processi di progettazione e produzione efficienti. Questo principio incoraggia le aziende e gli individui a limitare l'estrazione delle risorse, ridurre il consumo di energia e abbassare le emissioni durante tutto il ciclo di vita di un prodotto. Riducendo la domanda di nuovi materiali, si esauriscono meno risorse naturali, il che porta direttamente a un minore degrado ambientale. Ad esempio, le aziende possono adottare progetti di prodotti ecocompatibili che utilizzano meno materiali e generano meno rifiuti. Nel settore edile, la riduzione dei rifiuti mediante la progettazione per modularità e smontaggio può ridurre le emissioni di gas serra dell'88%, come dimostrato da studi che coinvolgono edifici modulari ([Minunno et al., 2020](#)). Allo stesso modo, molti settori stanno esplorando modi per creare prodotti che durino più a lungo e siano più facili da riparare, supportando ulteriormente il principio di riduzione.

Riutilizzo: estensione dei cicli di vita dei prodotti

Il riutilizzo di materiali e prodotti è essenziale nel modello CE, poiché estende il ciclo di vita dei beni e riduce la necessità di nuovi prodotti. Il riutilizzo implica la riparazione, la ristrutturazione e la rifabbricazione dei prodotti per dare loro una seconda vita, evitando così lo smaltimento non necessario e riducendo la produzione di rifiuti. Questo principio è fondamentale in settori come l'elettronica, l'automotive e la produzione, dove l'elevato costo dei materiali e dei prodotti rende la riparazione e la ristrutturazione un'opzione più allettante rispetto allo smaltimento. Nel settore della trasmissione idraulica, ad esempio, la riparazione e il riutilizzo dei componenti sono comuni a causa della spesa significativa delle nuove apparecchiature, allineandosi naturalmente ai principi dell'economia circolare ([Şefu et al., 2022](#)). Incoraggiando il riutilizzo, le aziende possono tagliare i costi e ridurre il loro impatto ambientale, creando al contempo nuove opportunità economiche, come nei mercati dell'usato e nei servizi di riparazione. Per i consumatori, le pratiche di riutilizzo, come l'acquisto di beni di seconda mano o la ristrutturazione di beni più vecchi, aiutano a ridurre l'impronta ambientale personale. Aziende internazionali come IKEA, Philips e Adidas hanno adottato iniziative di riutilizzo e ristrutturazione, dimostrando come le grandi aziende possano integrare queste pratiche nelle loro operazioni ([Кондратенко & Шиловцева, 2023](#)).

Riciclaggio: chiudere il cerchio

Il riciclaggio è il terzo pilastro della CE, che si concentra sulla rielaborazione dei materiali di scarto in nuovi prodotti per evitare che risorse preziose finiscano nelle discariche. Il riciclaggio trasforma i materiali usati, come metalli, vetro, carta e plastica, in materie prime per nuovi prodotti, chiudendo così il cerchio nel ciclo produttivo. Svolge un ruolo fondamentale nel quadro CE riducendo la necessità di materiali vergini e conservando le risorse naturali. Tuttavia, il riciclaggio da solo non può risolvere il problema dei rifiuti, deve essere combinato con la riduzione e il riutilizzo per ottenere risultati significativi. Il riciclaggio ha avuto particolare successo in settori come la produzione di acciaio, dove i sottoprodotti vengono recuperati e riutilizzati, muovendosi verso l'obiettivo di "rifiuti zero" ([Branca e altri, 2020](#)). Analogamente, la strategia CE dell'Unione Europea si concentra sull'aumento dei tassi di riciclaggio e sull'ottimizzazione del recupero delle risorse per ridurre gli sprechi. L'industria siderurgica, che ha compiuto notevoli progressi nel migliorare i suoi processi di riciclaggio, funge da esempio di come il riciclaggio possa ridurre i costi, migliorare l'efficienza delle risorse e diminuire l'impatto ambientale delle



attività industriali ([Camilleri, 2020a](#)).

Principi CE aggiuntivi: ampliamento delle 3R

Oltre ai principi 3R, il modello CE incorpora strategie aggiuntive come rifiutare, ripensare, riparare, ristrutturare, rifabbricare, riutilizzare e recuperare, che rafforzano ulteriormente l'uso sostenibile delle risorse ([Кондратенко & Шиловцева, 2023](#)). Queste pratiche incoraggiano modi innovativi per ridurre al minimo gli sprechi, estendere la durata del prodotto e garantire che le risorse siano pienamente utilizzate prima che raggiungano la fine del loro ciclo di vita. Rifiutare prodotti non necessari, ripensare i design dei prodotti per ridurre al minimo l'uso di materiali e recuperare energia dai rifiuti sono solo alcuni dei modi in cui le aziende possono contribuire al CE. Questi principi evidenziano l'importanza di cambiamenti sistemici nei modelli di produzione e consumo per costruire un'economia più sostenibile e rigenerativa.

Sfide e opportunità

L'implementazione dei principi 3R nell'economia circolare affronta sfide quali la consapevolezza dei consumatori, i vincoli finanziari e le barriere culturali. Nonostante questi ostacoli, ci sono numerose opportunità per le aziende di innovare e integrare pratiche sostenibili, come investire in aggiornamenti tecnici, offrire formazione ai dipendenti e promuovere l'educazione dei consumatori sui vantaggi della riduzione, del riutilizzo e del riciclaggio ([Madaan e altri, 2024](#)). Integrando i principi 3R nelle loro operazioni, le aziende possono migliorare l'efficienza delle risorse, ridurre i costi e aumentare il loro vantaggio competitivo in un mercato sempre più attento all'ambiente. Ad esempio, il settore edile, che rappresenta almeno il 30% dei rifiuti solidi globali, può trarre enormi benefici dall'adozione di pratiche CE che diano priorità al riciclaggio e al riutilizzo ([Ginga e altri, 2020](#)). Inoltre, l'Unione Europea è stata in prima linea nell'incoraggiare le aziende e le parti interessate ad adottare pratiche di CE, dimostrando che gli sforzi collaborativi tra diversi settori possono portare a un miglioramento dell'efficienza delle risorse e della sostenibilità ambientale ([Sabău-Popa et al., 2022](#)).

6.3 Il ruolo degli obiettivi di sviluppo sostenibile nelle pratiche di economia circolare

Gli Obiettivi di sviluppo sostenibile (SDG) offrono una tabella di marcia completa per raggiungere uno sviluppo sostenibile globale, con la gestione dei rifiuti e le pratiche di economia circolare (CE) al centro di questo sforzo. Gli SDG sono stati introdotti dalle Nazioni Unite nel 2015 come parte dell'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile, con l'obiettivo di affrontare un'ampia gamma di sfide globali tra cui povertà, disuguaglianza, cambiamento climatico, degrado ambientale, pace e giustizia. I principi dell'economia circolare contribuiscono direttamente al raggiungimento di diversi SDG promuovendo un uso responsabile delle risorse, riducendo gli impatti ambientali e favorendo una crescita economica sostenibile.

6.3.1 Obiettivi di sviluppo sostenibile chiave legati all'economia circolare

Le pratiche dell'economia circolare sono intrinsecamente connesse a diversi SDG, in particolare quelli focalizzati sul consumo responsabile, la protezione ambientale e la crescita economica. Alcuni degli SDG chiave in cui le pratiche dell'economia circolare possono avere l'impatto più profondo includono:

o Obiettivo 1: No alla povertà

La gestione dei rifiuti e l'economia circolare possono contribuire ad alleviare la povertà creando opportunità di lavoro, in particolare nei settori del riciclaggio, della gestione dei rifiuti e della



ristrutturazione. La transizione verso un'economia circolare può aprire nuove strade per l'attività economica e l'imprenditorialità, in particolare nei paesi in via di sviluppo in cui l'infrastruttura per la gestione dei rifiuti è limitata. Un sistema di gestione dei rifiuti ben organizzato può aiutare a ridurre la povertà migliorando le condizioni di vita e generando reddito attraverso il recupero e il riciclaggio delle risorse ([Wilson 2020](#)).

o **Obiettivo 6: Acqua pulita e servizi igienici**

Una gestione efficace dei rifiuti, in particolare la riduzione dei rifiuti di plastica, svolge un ruolo fondamentale nella prevenzione della contaminazione delle fonti idriche. Le pratiche di economia circolare che enfatizzano la riduzione, il riutilizzo e il riciclaggio possono limitare il rilascio di sostanze nocive nei fiumi, nei laghi e negli oceani. Riducendo al minimo l'inquinamento da plastica, le iniziative di economia circolare aiutano a salvaguardare le fonti di acqua pulita, contribuendo direttamente all'SDG 6, che mira a garantire la disponibilità e la gestione sostenibile dell'acqua e dei servizi igienici per tutti ([Roy e al, 2023](#)).

o **Obiettivo 11: Città e comunità sostenibili**

Le pratiche di economia circolare sono parte integrante della costruzione di città e comunità sostenibili, promuovendo l'uso efficiente delle risorse e riducendo al minimo gli sprechi. Le aree urbane sono tra i maggiori produttori di rifiuti, rendendo fondamentale adottare strategie di economia circolare incentrate sulla riduzione dei rifiuti, sul riciclaggio e sulla progettazione sostenibile delle infrastrutture urbane. Chiudendo i cicli dei materiali e riducendo i rifiuti in discarica, l'economia circolare aiuta a creare ambienti urbani più sostenibili e resilienti, contribuendo all'SDG 11 ([Wilson2020](#)). Ad esempio, le iniziative che promuovono il riutilizzo dei materiali da costruzione nel settore edile possono ridurre drasticamente l'impatto ambientale dello sviluppo urbano ([Minunno et al., 2020](#)).

o **Obiettivo 12: Consumo e produzione responsabili**

L'SDG 12 sottolinea la necessità di raggiungere modelli di consumo e produzione sostenibili, un obiettivo strettamente allineato ai principi dell'economia circolare. I modelli di economia circolare danno priorità all'uso efficiente delle risorse, riducendo al minimo gli sprechi e l'inquinamento durante tutto il ciclo di vita dei prodotti. Ciò si ottiene attraverso pratiche come la riduzione dell'uso dei materiali, la progettazione per la longevità del prodotto e l'incoraggiamento del riciclaggio e del riutilizzo. Il pacchetto sull'economia circolare dell'Unione europea è un ottimo esempio di come l'SDG 12 venga implementato attraverso quadri politici che promuovono la gestione sostenibile delle risorse e la riduzione degli sprechi in tutti i settori ([Sznida, 2018](#)).

o **Obiettivo di sviluppo sostenibile 13: Azione per il clima**

L'economia circolare ha un ruolo cruciale da svolgere nell'affrontare il cambiamento climatico riducendo le emissioni di gas serra associate all'estrazione, alla produzione e allo smaltimento delle risorse. Adottando l'economia circolare strategie come l'efficienza delle risorse, il recupero energetico e il riutilizzo dei materiali, le industrie possono ridurre significativamente le loro impronte di carbonio. Le pratiche circolari come la rigenerazione e il riciclaggio contribuiscono a mitigare gli effetti del cambiamento climatico riducendo la domanda di materiali vergini e i relativi processi di estrazione ad alta intensità energetica. Ciò supporta direttamente l'SDG 13, che richiede un'azione urgente per combattere il cambiamento climatico e i suoi impatti ([Schroeder e al, 2019](#)).



o **Obiettivo 14: La vita sott'acqua**

Le pratiche di economia circolare, in particolare nella gestione dei rifiuti, sono essenziali per proteggere gli ecosistemi marini dall'inquinamento da plastica. L'SDG 14 si concentra sulla conservazione e l'uso sostenibile di oceani, mari e risorse marine, che sono attualmente gravemente minacciati dai rifiuti di plastica e dall'inquinamento da microplastiche. Riducendo la produzione di plastica e promuovendo il riciclaggio, le iniziative di CE possono aiutare a preservare la biodiversità marina e prevenire il degrado degli habitat marini. Iniziative come la direttiva sulla plastica monouso dell'Unione europea, che mira a ridurre i rifiuti di plastica negli oceani, sono direttamente allineate con gli obiettivi dell'SDG 14 ([Schroeder e al, 2019](#)).

o **Obiettivo di sviluppo sostenibile 15: La vita sulla terraferma**

Anche gli ecosistemi terrestri sono a rischio a causa di pratiche di gestione dei rifiuti non sostenibili, in particolare l'accumulo di rifiuti di plastica. Le pratiche di economia circolare possono aiutare a ripristinare e proteggere gli ecosistemi terrestri riducendo i rifiuti e promuovendo l'uso responsabile delle risorse naturali. Attraverso iniziative di riciclaggio, compostaggio e conversione dei rifiuti in energia, l'economia circolare contribuisce al ripristino degli habitat naturali e all'uso sostenibile delle risorse terrestri, supportando così l'SDG 15 ([Schroeder e al, 2019](#)).

6.3.2 Il verde europeo Accordo e il suo allineamento con gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile

L'European Green Deal (EGD) è una delle iniziative di sostenibilità più ambiziose, allineate agli Obiettivi di sviluppo sostenibile, in particolare per la sua enfasi sul raggiungimento di emissioni nette di gas serra pari a zero entro il 2050. L'EGD include strategie complete per affrontare i rifiuti di plastica, promuovere l'energia rinnovabile e incoraggiare pratiche di economia circolare ([Koundouri e al, 2024](#)). Il Green Deal si allinea bene con gli SDG 7 (Energia pulita), SDG 13 (Azione per il clima) e SDG 12 (Consumo e produzione responsabili), in quanto cerca di promuovere un'economia efficiente in termini di risorse e a basse emissioni di carbonio. Tuttavia, ci sono alcune critiche sul fatto che l'EGD non affronti a sufficienza le sfide sociali come la disuguaglianza e la povertà, che sono centrali per SDG come SDG 1 (No Povertà) e SDG 10 (Ridurre le disuguaglianze) ([Koundouri e al, 2024](#)). L'EGD ha fissato obiettivi intermedi per il 2030, concentrandosi sulla riduzione delle emissioni, sulle energie rinnovabili e sull'efficienza energetica. Il raggiungimento di questi obiettivi richiederà investimenti significativi in tecnologie e infrastrutture sostenibili, insieme a cambiamenti sistemici in vari settori, dall'agricoltura alla produzione manifatturiera ([Filipovic e altri, 2022](#)). Il successo del Green Deal dipenderà in larga misura dalla capacità dei decisori politici di bilanciare gli aspetti economici e ambientali della transizione, assicurando che il passaggio a un'economia circolare sia inclusivo e avvantaggi tutte le parti interessate ([Reis Multi, 2023](#)).

6.3.3 Potenziali compromessi e sfide nel raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile attraverso l'Economia Circolare

Sebbene l'economia circolare offra un potenziale significativo per contribuire al raggiungimento degli SDG, ci sono compromessi e sfide che devono essere affrontati. Ad esempio, alcuni processi di riciclaggio possono comportare il rilascio di sottoprodotti nocivi o microplastiche, che possono avere implicazioni negative per la salute umana e l'ambiente ([Schrödere e altri, 2019](#)). Inoltre, l'adozione di pratiche di economia circolare può rappresentare delle sfide per le industrie che si basano in larga misura sui



tradizionali modelli lineari di produzione e consumo. Inoltre, la transizione verso un'economia circolare può richiedere significativi investimenti iniziali, che potrebbero essere difficili da sostenere per le piccole imprese e i paesi in via di sviluppo. I decisori politici devono garantire che queste barriere siano affrontate attraverso politiche di supporto, incentivi finanziari e cooperazione internazionale. C'è anche bisogno di più ricerca su come le pratiche dell'economia circolare possano essere ampliate in modo efficace per garantirne l'adozione diffusa in diversi settori e regioni.

6.4 Imprenditorialità verde e il suo ruolo nel raggiungimento degli Obiettivi di sviluppo sostenibile

L'imprenditoria verde sta rapidamente diventando un motore essenziale di sostenibilità e innovazione, affrontando le preoccupazioni ambientali e promuovendo al contempo lo sviluppo economico. Con la crescita della consapevolezza ambientale globale, gli imprenditori verdi stanno capitalizzando le opportunità per creare aziende che diano priorità a prodotti e servizi eco-compatibili. Questi imprenditori sviluppano soluzioni innovative per una produzione più pulita, energia rinnovabile e pratiche sostenibili, contribuendo direttamente al raggiungimento di vari SDG, in particolare SDG 12 (Consumo e produzione responsabili) e SDG 13 (Azione per il clima) ([Ognjanović e altri, 2024](#)). L'ascesa dell'imprenditorialità verde non è solo una risposta alla crescente domanda dei consumatori di prodotti sostenibili, ma anche un approccio strategico per affrontare urgenti problemi globali come il cambiamento climatico, l'efficienza delle risorse e l'inquinamento ([Purnomo e altri, 2023](#)). Integrando la tutela ambientale con la crescita economica, l'imprenditoria verde offre significative opportunità di innovazione, creazione di posti di lavoro e crescita economica sostenibile, soprattutto nei paesi in via di sviluppo dove le industrie tradizionali sono spesso insostenibili. Ad esempio, in Nigeria, studenti e giovani imprenditori stanno sempre più avviando attività eco-sostenibili, sfruttando le proprie capacità imprenditoriali per affrontare le sfide ambientali locali e contribuendo allo stesso tempo allo sviluppo economico ([Moiceanu e altri, 2023](#)). Gli istituti di istruzione superiore svolgono un ruolo fondamentale nella promozione dell'imprenditorialità verde, incorporando sostenibilità ed eco-imprenditorialità nei loro programmi di studio. Questi programmi forniscono agli studenti le conoscenze e le competenze necessarie per avviare attività commerciali in linea con i principi dell'economia circolare e gli SDG. Tuttavia, gli atteggiamenti degli studenti nei confronti di queste iniziative variano e ci sono sfide legate alla disponibilità delle risorse e alle condizioni di mercato ([Moiceanu e altri, 2023](#)). Nonostante questi ostacoli, il potenziale dell'imprenditoria verde per guidare lo sviluppo sostenibile è immenso. Mentre l'economia globale si sposta verso pratiche più sostenibili, gli imprenditori verdi continueranno a svolgere un ruolo cruciale nel dare forma a un futuro più verde, promuovendo la sostenibilità ambientale e facendo progredire gli SDG ([Ognjanović e altri, 2024](#)).



7. Casi di studio per coinvolgere Studenti in Azioni Ambientali

Le attività educative e il coinvolgimento degli studenti svolgono un ruolo fondamentale nel promuovere la consapevolezza ambientale e un comportamento sostenibile. Nel mondo odierno, in cui problemi come l'inquinamento da plastica, il cambiamento climatico e l'esaurimento delle risorse pongono sfide significative, è essenziale dare alle giovani generazioni le conoscenze, le competenze e la motivazione per agire. Le scuole e gli istituti scolastici sono le piattaforme perfette per instillare la consapevolezza ambientale fin dalla tenera età, aiutando gli studenti a comprendere l'impatto delle attività umane sul pianeta e incoraggiandoli a diventare custodi proattivi dell'ambiente. Coinvolgere gli studenti in attività pratiche incentrate su problemi ambientali del mondo reale, come il riciclaggio, la gestione dei rifiuti e la conservazione, crea una connessione più profonda tra conoscenza teorica e applicazione pratica. Questo tipo di apprendimento esperienziale non solo aiuta gli studenti a sviluppare pensiero critico e capacità di problem-solving, ma promuove anche un senso di responsabilità e di empowerment. Quando gli studenti sono attivamente coinvolti in iniziative volte a ridurre i rifiuti di plastica, conservare l'acqua o promuovere pratiche sostenibili, è più probabile che adottino abitudini ecologiche che possono avere un impatto duraturo sulla loro vita personale e sulle loro comunità. Inoltre, l'impegno degli studenti in iniziative ambientali può portare a effetti a catena all'interno delle famiglie e delle comunità più ampie, aumentando la consapevolezza oltre l'aula. Quando i giovani vengono istruiti sull'importanza della sostenibilità, spesso influenzano i loro coetanei e familiari a fare scelte ambientali positive, contribuendo così a uno sforzo collettivo per affrontare le sfide ambientali globali. In questo capitolo, esploreremo esempi di attività educative pratiche e casi di studio che evidenziano l'importanza dell'impegno degli studenti nella sensibilizzazione sui problemi ambientali, come l'inquinamento da plastica e la conservazione delle risorse. Queste attività non solo insegnano agli studenti il valore della sostenibilità, ma dimostrano anche come piccole azioni possano contribuire a soluzioni ambientali su larga scala. Promuovendo una cultura di responsabilità ambientale negli ambienti educativi, possiamo dare alle generazioni future gli strumenti per affrontare le urgenti sfide del degrado ambientale e del cambiamento climatico. Di seguito, troverai casi di studio che sottolineano l'impatto del coinvolgimento degli studenti nell'educazione ambientale e nelle pratiche sostenibili.

7.1 Caso Studio 1: Audit dei rifiuti scolastici – Comprensione dei modelli di consumo

Obiettivo:

Coinvolgere gli studenti nell'analisi dei rifiuti generati all'interno della loro scuola, identificare modelli nei loro consumi e sviluppare strategie per ridurre i rifiuti e migliorare gli sforzi di riciclaggio.

Background:

Le verifiche dei rifiuti offrono agli studenti l'opportunità di valutare i tipi di rifiuti generati nella loro scuola e l'efficacia delle pratiche di riciclaggio esistenti. La verifica comporterà la categorizzazione dei rifiuti, la misurazione del volume dei diversi tipi di rifiuti e l'identificazione di potenziali aree di miglioramento. Questa attività mira a creare consapevolezza tra gli studenti in merito alla produzione di rifiuti e all'inquinamento da plastica, consentendo loro anche di proporre soluzioni.

Impostazione del caso di studio:

In questo scenario, gli studenti saranno divisi in piccoli gruppi e lavoreranno con i loro insegnanti per



condurre un audit completo dei rifiuti della scuola. Nel corso di una settimana, i gruppi monitoreranno i rifiuti generati da varie fonti come aule, mense e aree esterne. I dati raccolti saranno analizzati per comprendere la composizione dei rifiuti, concentrandosi in particolare sui rifiuti di plastica, sui rifiuti alimentari e sui materiali riciclabili.

Fasi per condurre lo studio del caso:

1. Pianificazione l'AUDITE:

○ Gli insegnanti guideranno gli studenti nella pianificazione di verifica dei rifiuti. Ciò include la decisione delle aree da monitorare (ad esempio, aule, mensa, parco giochi), la programmazione di orari specifici per raccogliere i dati sui rifiuti e la preparazione di materiali per la categorizzazione e la registrazione dei rifiuti.

2. Raccolta dei rifiuti:

○ Gli studenti raccoglieranno i rifiuti ogni giorno dalle aree selezionate e li separeranno in categorie, come plastica, carta, metallo, rifiuti alimentari e altri materiali. Annoteranno il volume o il peso di ogni categoria per quantificare i rifiuti generati.

3. Analisi dei dati:

○ Dopo aver raccolto i rifiuti per una settimana, gli studenti analizzeranno i dati per identificare le tendenze. Ad esempio, potrebbero scoprire che la maggior parte dei rifiuti di plastica proviene da articoli monouso come bottiglie d'acqua e imballaggi alimentari. Possono calcolare la quantità totale di rifiuti di plastica generati per studente o per area della scuola.

4. Identificazione del problema:

○ Sulla base della loro analisi, gli studenti identificheranno i problemi chiave che contribuiscono alla produzione eccessiva di rifiuti. Ad esempio, potrebbero notare che la scuola non ha sufficienti contenitori per il riciclaggio o che la mensa fa molto affidamento su contenitori di plastica usa e getta.

5. Proposte degli studenti:

○ Gli insegnanti incoraggeranno gli studenti a fare brainstorming sulle soluzioni. Possono creare un elenco di azioni pratiche che la scuola può implementare per ridurre i rifiuti, come introdurre più contenitori per il riciclaggio, organizzare campagne di sensibilizzazione per promuovere articoli riutilizzabili o coinvolgere le autorità locali di gestione dei rifiuti per migliorare gli sforzi di riciclaggio.

6. Presentazione e reporting:

○ Gli studenti presenteranno le loro scoperte e raccomandazioni alla classe, all'amministrazione scolastica o persino alla comunità scolastica più ampia. Questa presentazione includerà grafici visivi che mostrano la composizione dei rifiuti della scuola, nonché suggerimenti per ridurre il consumo di plastica e migliorare la gestione dei rifiuti.

Domande da esplorare:

- Quali sono i tipi di rifiuti più comuni generati nella scuola?
- Quanti rifiuti avrebbero potuto essere riciclati ma non sono stati smaltiti correttamente?

- Qual è la principale fonte di rifiuti di plastica nella scuola?
- Come può la scuola ridurre il suo impatto sulla plastica senza interrompere le attività quotidiane?
- Quali cambiamenti potrebbe attuare la scuola per promuovere migliori abitudini di raccolta differenziata e riciclaggio dei rifiuti?

Risultati di apprendimento attesi:

- Gli studenti acquisiranno esperienza pratica nell'audit ambientale e nella raccolta dati.
- Svilupperanno capacità di pensiero critico analizzando i modelli di spreco e proponendo soluzioni.
- L'esercizio aumenterà l'interesse degli studenti sulla sensibilità in merito all'impatto ambientale dei rifiuti, in particolare della plastica, e mira ad incoraggiarli ad adottare comportamenti più sostenibili.
- La comunità scolastica trarrà beneficio dai consigli degli studenti, il che potrebbe portare a una riduzione dei rifiuti e a un miglioramento dei programmi di riciclaggio.

7.2 Caso di studio 2: Sfida Plastic-Free – Ridurre la plastica monouso nella vita quotidiana

Obiettivo:

Incoraggiare gli studenti a ridurre attivamente l'uso della plastica monouso per un periodo di tempo stabilito e a riflettere sulle sfide e sui vantaggi derivanti dall'adozione di abitudini più sostenibili.

Background:

La plastica monouso, come buste di plastica, cannucce e bottiglie, contribuisce in modo significativo all'inquinamento globale da plastica. Questo studio di caso mira a offrire agli studenti un'esperienza diretta di come possono ridurre il loro consumo personale di plastica. Partecipando a una "Plastic-Free Challenge", gli studenti cercheranno di evitare la plastica monouso per una settimana o un mese, documentando i loro successi, le loro sfide e le loro soluzioni. L'obiettivo è aiutare gli studenti a comprendere l'impatto delle loro scelte ed esplorare opzioni alternative e sostenibili.

Impostazione del caso di studio:

In questa attività, gli studenti hanno il compito di ridurre al minimo l'uso di plastica monouso nella loro vita quotidiana. Lavoreranno individualmente, ma collaboreranno anche con i loro compagni di classe per condividere idee, difficoltà e soluzioni. Durante la sfida, terranno un diario giornaliero, tenendo traccia delle plastiche che hanno evitato, di quelle che non hanno potuto evitare e delle alternative che hanno trovato o utilizzato.

Fasi per condurre lo studio del caso:

1. Introduzione alla sfida:

- Gli insegnanti introdurranno il concetto di plastica monouso e forniranno informazioni sui danni ambientali che causano, come l'inquinamento, i danni alla fauna selvatica e la longevità della plastica negli ecosistemi.

○ Verrà spiegata la Plastic-Free Challenge e agli studenti verrà assegnata una data di inizio, durante la quale eviteranno la plastica monouso per una settimana o un mese. Gli insegnanti possono fornire esempi di cosa si qualifica come plastica monouso (ad esempio, cannucce di plastica, buste di plastica, contenitori da asporto, posate di plastica, ecc.).

2. Preparazione:

○ Gli studenti si prepareranno identificando i tipi di plastica monouso che incontrano più spesso nella loro vita quotidiana. Ciò può includere cose come bottiglie d'acqua di plastica, buste della spesa, involucri di snack o imballaggi di consegne di cibo.

○ Cercheranno e discuteranno soluzioni alternative a questi articoli. Ad esempio, usare bottiglie d'acqua riutilizzabili, borse di stoffa o pellicole di cera d'api per sostituire i contenitori di plastica.

3. Diario giornaliero:

○ Gli studenti terranno un diario giornaliero per tutta la durata della sfida, documentando:

- I tipi di plastica che hanno evitato.
- Casi in cui hanno dovuto utilizzare la plastica e le relative motivazioni.
- Eventuali soluzioni alternative trovate, come ad esempio portare con sé borse o contenitori riutilizzabili.
- Riflessioni sulla facilità o difficoltà di apportare questi cambiamenti.

4. Discussioni di gruppo e supporto:

○ Durante la sfida, l'insegnante faciliterà le discussioni di gruppo regolari per consentire agli studenti di condividere le proprie esperienze. Gli studenti possono parlare delle sfide che stanno affrontando, come trovare alternative a determinate plastiche, e offrirsi reciprocamente consigli su come superare questi ostacoli.

○ La classe potrebbe anche monitorare collettivamente la quantità di plastica che è riuscita a evitare, creando un senso di successo condiviso.

5. Risoluzione dei problemi e generazione di soluzioni:

○ Mentre gli studenti affrontano la sfida, inevitabilmente incontreranno momenti in cui evitare la plastica sarà particolarmente difficile o impossibile. Saranno incoraggiati a riflettere su questi momenti e a fare brainstorming su possibili soluzioni a lungo termine.

○ Ad esempio, se uno studente ha difficoltà a evitare gli imballaggi di plastica nella mensa scolastica, potrebbe suggerire di introdurre soluzioni di imballaggio più sostenibili o di avviare un programma di contenitori riutilizzabili.

6. Riflessione di fine sfida:

○ Alla fine della sfida, gli studenti elencheranno le loro scoperte e riflessioni in un report o una presentazione finale. Riassumeranno:

- La quantità di plastica che sono riusciti a evitare.



- Quali tipi di plastica non potevano evitare e perché.
- Come sono cambiate le loro abitudini e la loro prospettiva sul consumo di plastica a seguito di questa sfida.
- Quali soluzioni pratiche potrebbero essere implementate a livello individuale, comunitario o scolastico per ridurre ulteriormente l'uso della plastica?

Domande da investigare:

- Quali sono le plastiche monouso più comuni nella tua vita quotidiana e quanto è stato facile o difficile evitarle?
- Quali alternative hai trovato alla plastica monouso comunemente utilizzata e quanto sono efficaci?
- Come è cambiata la tua prospettiva sul consumo di plastica dopo aver partecipato alla sfida?
- Quale ruolo svolgono le aziende, le scuole o i governi nel ridurre il consumo di plastica monouso e come possono supportare i consumatori in questo sforzo?
- Quali cambiamenti permanenti apporti al tuo stile di vita dopo questa sfida?

Risultati di apprendimento attesi:

- Gli studenti acquisiranno una comprensione più approfondita del loro consumo personale di plastica e delle conseguenze ambientali della plastica monouso.
- Metteranno in pratica le loro capacità di problem solving mentre cercano soluzioni alternative all'uso della plastica nella loro vita quotidiana.
- L'attività incoraggerà cambiamenti comportamentali a lungo termine, sensibilizzando sull'importanza di ridurre i rifiuti di plastica.
- Gli studenti acquisiranno capacità di collaborazione condividendo le proprie esperienze e soluzioni con i colleghi.
- La comunità scolastica trarrà vantaggio dalle intuizioni degli studenti, il che potrebbe portare a iniziative più ampie volte a ridurre il consumo di plastica all'interno della scuola.

7.3 Caso di studio 3: Audit sui rifiuti scolastici – Analisi e riduzione dei rifiuti di plastica nell'ambiente scolastico

Obiettivo:

Coinvolgere gli studenti nella comprensione della quantità e della tipologia di rifiuti di plastica generati nella loro scuola, analizzare i risultati e sviluppare soluzioni pratiche per ridurre i rifiuti di plastica.

Background:

Le scuole, come molte altre istituzioni, contribuiscono in modo significativo ai rifiuti di plastica, compresi articoli come involucri di snack, bottiglie di bevande e materiali di imballaggio. Questo studio di caso si concentra sulla conduzione di un audit dei rifiuti per fornire agli studenti una comprensione più approfondita

della provenienza dei rifiuti di plastica all'interno della loro scuola. Analizzando i dati raccolti durante l'audit, gli studenti possono identificare modelli, suggerire miglioramenti e lavorare su iniziative per ridurre al minimo l'uso della plastica. Questo approccio pratico aiuta gli studenti a comprendere la portata dei rifiuti di plastica e li autorizza a prendere decisioni basate sui dati per ridurre l'impatto ambientale della loro scuola.

Caso di studio:

Gli studenti eseguiranno un audit dettagliato dei rifiuti di plastica generati all'interno della loro scuola. Il processo comporterà la raccolta, la selezione e l'analisi dei rifiuti provenienti da diverse aree, come la mensa, le aule, i corridoi e gli spazi esterni. L'obiettivo è identificare le principali fonti di rifiuti di plastica e sviluppare piani d'azione per ridurre l'uso non necessario di plastica o trovare alternative sostenibili.

Fasi per condurre lo studio del caso:

1. Introduzione alle verifiche dei rifiuti:

- L'insegnante introdurrà gli studenti al concetto di verifica dei rifiuti e spiegherà la sua importanza per comprendere quanti rifiuti produce la scuola, da dove provengono e come possono essere ridotti.
- Verranno insegnati i principi fondamentali della raccolta differenziata dei rifiuti, tra cui la separazione della plastica in base al tipo (ad esempio bottiglie in PET, involucri di snack, sacchetti di plastica e imballaggi alimentari).
- Verrà sottolineata l'importanza delle verifiche dei rifiuti nell'individuazione di aree di miglioramento nelle pratiche di gestione dei rifiuti.

2. Pianificare l'Audit:

- Gli studenti pianificheranno la verifica dei rifiuti decidendo i luoghi della scuola in cui effettuare la verifica, come la mensa, le aule, i bagni e le aree esterne come i parchi giochi o i campi sportivi.
- Stabiliranno un lasso di tempo per la verifica (ad esempio, una settimana di raccolta giornaliera dei rifiuti o un solo giorno di dati) e discuteranno la logistica per la raccolta e la selezione dei rifiuti.
- Verranno fornite istruzioni sulla sicurezza nella gestione dei rifiuti, tra cui l'uso di guanti e l'evitamento del contatto con materiali potenzialmente nocivi.

3. Raccolta dati – Raccolta e registrazione dei rifiuti:

- Una volta iniziato l'audit, gli studenti raccoglieranno tutti i rifiuti dalle aree designate ogni giorno. Separeranno i rifiuti di plastica in diverse categorie, come:
 - Plastica monouso (ad esempio cannucce, posate, piatti)
 - Confezioni per alimenti e snack
 - Contenitori per bevande (ad esempio bottiglie d'acqua, cartoni di succhi)
 - Sacchetti di plastica e materiali di imballaggio
- Gli studenti registreranno il volume o il peso dei rifiuti di plastica in ogni categoria per comprendere



l'entità dell'utilizzo della plastica nella scuola.

4. **Analisi dei dati:**

- Dopo aver raccolto dati sufficienti sui rifiuti, gli studenti analizzeranno i risultati per identificare le tendenze. Ciò potrebbe comportare:
 - Calcolo della quantità totale di rifiuti di plastica generati nelle diverse aree della scuola.
 - Identificare i tipi di plastica più comuni (ad esempio, involucri di snack, bottiglie d'acqua).
 - Analizzare quali parti della scuola producono la maggior parte dei rifiuti di plastica (ad esempio, la mensa rispetto alle aule).
- I risultati possono essere rappresentati visivamente in diagrammi o grafici per aiutare gli studenti a comprendere meglio i dati e a individuare le aree problematiche.

5. **Discussione e brainstorming sulla soluzione:**

- Dopo aver esaminato i risultati dell'audit, la classe farà un brainstorming sulle possibili soluzioni per ridurre i rifiuti di plastica nella scuola. Ciò potrebbe includere:
 - Introdurre alternative riutilizzabili, come fontanelle e bottiglie riutilizzabili per sostituire le bottiglie di plastica monouso.
 - Creare una campagna di sensibilizzazione in tutta la scuola per educare gli studenti sull'importanza di ridurre l'uso della plastica.
 - Sugerire modifiche alla mensa scolastica, come ad esempio sostituire stoviglie e piatti di plastica con altri riutilizzabili.
 - Installare più contenitori per il riciclaggio nella scuola per garantire che i rifiuti di plastica vengano adeguatamente differenziati e riciclati.
 - Collaborare con i fornitori per ridurre gli imballaggi o passare a materiali di imballaggio più sostenibili.
- Gli studenti possono anche discutere del ruolo che le politiche, come il divieto di sacchetti di plastica o di determinati tipi di imballaggi in plastica, potrebbero svolgere nella riduzione dei rifiuti.

6. **Sviluppo del piano d'azione:**

- Gli studenti svilupperanno un piano d'azione basato sulle loro scoperte, delineando i passi concreti che la scuola può intraprendere per ridurre i suoi rifiuti di plastica. Il piano potrebbe includere:
 - Raccomandazioni per ridurre la plastica in settori chiave (ad esempio, eliminando le cannucce di plastica nella mensa).
 - Obiettivi per ridurre i rifiuti di plastica di una certa percentuale entro un lasso di tempo stabilito.
 - Proposte per nuove iniziative, come bottiglie d'acqua riutilizzabili o l'incoraggiamento degli studenti a portare i propri contenitori per il pranzo.
 - Metodi per monitorare i progressi e proseguire periodicamente la verifica dei rifiuti per misurare i miglioramenti.



7. Presentazione dei risultati e delle raccomandazioni:

- Al termine dello studio del caso, gli studenti presenteranno i risultati delle loro ricerche alla dirigenza scolastica o a un pubblico più ampio, come altri studenti o genitori.
- La presentazione includerà:
 - Una sintesi dei dati raccolti durante la verifica dei rifiuti.
 - Sono state identificate le principali aree problematiche (ad esempio, l'uso eccessivo di plastica nella mensa).
 - Soluzioni proposte e come potrebbero essere implementate all'interno della scuola.
 - Un invito all'azione rivolto alla comunità scolastica per ridurre i rifiuti di plastica.
- Gli studenti possono anche condividere le loro scoperte attraverso poster, presentazioni o le piattaforme dei social media della scuola per favorire un coinvolgimento più ampio.

8. Follow-up e monitoraggio a lungo termine:

- Dopo la presentazione, l'insegnante può incoraggiare gli studenti a continuare a monitorare gli sforzi per ridurre i rifiuti effettuando verifiche periodiche dei rifiuti.
- Il successo delle soluzioni implementate può essere monitorato nel tempo e gli studenti possono adattare i loro consigli in base ai risultati ottenuti.
- Gli studenti possono anche creare un "Plastic-Free Pledge" per la scuola, in cui ogni studente si impegna a ridurre il proprio consumo di plastica.

Domande da investigare:

- Quali tipi di rifiuti di plastica si trovano più comunemente nella nostra scuola e perché?
- Come può la nostra scuola ridurre la dipendenza dalla plastica monouso senza interrompere la routine quotidiana?
- Quali alternative alla plastica possono essere introdotte nelle attività della scuola?
- Come possono gli studenti incoraggiare il resto della comunità scolastica a partecipare alla riduzione dei rifiuti di plastica?
- Come possiamo monitorare i progressi nella riduzione dei rifiuti di plastica nel lungo termine?

Risultati di apprendimento attesi:

- Gli studenti acquisiranno esperienza pratica nella gestione dei rifiuti, comprendendo la portata e le tipologie di rifiuti di plastica generati nella loro scuola.
- Svilupperanno capacità analitiche raccogliendo e interpretando dati sui rifiuti di plastica.
- Lo studio del caso stimolerà il pensiero critico e la creatività mentre gli studenti elaborano idee pratiche per ridurre il consumo di plastica.



- Partecipando a discussioni di gruppo e alla risoluzione collaborativa dei problemi, gli studenti miglioreranno le loro capacità di lavoro di squadra e di comunicazione.
- L'attività stimolerà gli studenti a svolgere un ruolo attivo nella promozione della sostenibilità all'interno della loro scuola e della loro comunità.

7.4 Caso di studio 4: Sfida Plastic-Free – Progettazione di soluzioni innovative per eliminare la plastica monouso

Obiettivo:

Inspirare gli studenti a progettare in modo creativo alternative alla plastica monouso, promuovendo l'innovazione e la consapevolezza ambientale attraverso la risoluzione pratica dei problemi e la collaborazione di squadra.

Background:

Le plastiche monouso, come buste di plastica, cannuce e imballaggi alimentari, sono tra i fattori più problematici che contribuiscono all'inquinamento da plastica. Questi articoli finiscono spesso nelle discariche, negli oceani e nei corsi d'acqua, dove persistono per centinaia di anni, danneggiando la fauna selvatica e gli ecosistemi. Questo studio di caso invita gli studenti ad affrontare la sfida di eliminare le plastiche monouso dalla loro vita quotidiana progettando alternative innovative e sostenibili che possono essere utilizzate all'interno della scuola o della comunità locale.

A differenza dei precedenti casi di studio incentrati sulla raccolta dati o sugli audit dei rifiuti, questa sfida è incentrata sulla creatività e l'innovazione. Gli studenti lavoreranno in team per sviluppare prototipi o idee per sostituire la plastica monouso con alternative ecologiche. L'obiettivo non è solo quello di ridurre il consumo di plastica, ma anche di accendere un senso di proprietà e responsabilità verso la sostenibilità.

Impostazione del caso di studio:

Gli studenti saranno divisi in team, ognuno dei quali avrà il compito di identificare uno specifico articolo di plastica monouso comunemente utilizzato a scuola o nella comunità (ad esempio, bottiglie di plastica per l'acqua, confezioni di snack o utensili di plastica). Faranno ricerche sull'impatto ambientale di questo articolo e progetteranno una soluzione innovativa per sostituirlo con un'alternativa più sostenibile. I team presenteranno quindi le loro soluzioni, mostrando prototipi o modelli dei loro progetti.

Fasi per condurre lo studio del caso:

1. Introduzione alla plastica monouso:

- L'insegnante inizierà con una discussione interattiva sull'impatto ambientale della plastica monouso, avvalendosi di supporti visivi come video o immagini dell'inquinamento da plastica negli oceani e sulla terraferma.
- Gli studenti apprenderanno i principali problemi associati alla plastica monouso, tra cui il suo contributo all'inquinamento, il danno alla vita marina e la difficoltà nel riciclaggio.
- Il corso esplorerà le alternative esistenti alla plastica monouso (ad esempio borse riutilizzabili, cannuce biodegradabili), discutendone i vantaggi e i potenziali svantaggi.



2. Formazione di squadre e scelta di un oggetto di plastica:

- Gli studenti saranno divisi in piccole squadre (3-4 studenti per gruppo) e ogni squadra selezionerà un tipo di plastica monouso che vorrebbe eliminare dalla scuola o dalla comunità.
- I team possono scegliere da un elenco di oggetti di plastica comuni, come utensili di plastica, cannucce, involucri di snack o contenitori per alimenti, oppure possono identificare un oggetto che incontrano frequentemente.
- I team esamineranno l'impatto ambientale dell'articolo di plastica scelto, inclusa la quantità utilizzata a scuola o nella comunità, il modo in cui contribuisce ai rifiuti e perché è difficile da riciclare.

3. Ricerca e brainstorming:

- Una volta che i team hanno scelto il loro articolo di plastica monouso, condurranno una ricerca per capire come altre comunità o aziende hanno affrontato questo problema. Possono esplorare soluzioni esistenti, come plastiche biodegradabili, materiali riutilizzabili o alternative di imballaggio creative.
- Ogni team farà un brainstorming di idee per sostituire il proprio articolo di plastica con un'alternativa eco-friendly. La sessione di brainstorming incoraggerà il pensiero fuori dagli schemi, spingendo gli studenti a immaginare soluzioni creative e sostenibili che potrebbero essere realisticamente implementate nella loro scuola o comunità.
- Le squadre dovrebbero considerare fattori chiave quali durevolezza, costo, facilità d'uso e accessibilità quando sviluppano le loro soluzioni.

4. Prototipazione e progettazione di soluzioni:

- Con le loro idee in atto, i team inizieranno a lavorare su prototipi o modelli dei loro progetti. A seconda dell'oggetto, gli studenti possono creare prototipi fisici utilizzando materiali artigianali, oggetti riciclati o progetti digitali tramite software.
- Ad esempio, se un team sceglie di sostituire le posate di plastica, potrebbe progettare un set di posate riutilizzabili in bambù o in un altro materiale sostenibile. Se un team sceglie il packaging per snack, potrebbe progettare contenitori per snack riutilizzabili o esplorare materiali di confezionamento biodegradabili.
- L'attenzione è rivolta all'innovazione e alla fattibilità. L'insegnante dovrebbe incoraggiare gli studenti a pensare criticamente a come le loro soluzioni potrebbero essere utilizzate realisticamente all'interno della scuola o della comunità.

5. Presentazione delle soluzioni:

- Una volta completati i prototipi, ogni team presenterà la propria soluzione alla classe. Le presentazioni dovrebbero includere:
 - Una spiegazione dell'articolo di plastica monouso preso di mira e del perché rappresenta un problema.
 - Il design e le caratteristiche del prodotto alternativo, compreso il modo in cui affronta i problemi ambientali associati al prodotto originale in plastica.
 - Eventuali difficoltà incontrate nel progettare la soluzione e come le hanno superate.
 - Idee su come la loro soluzione potrebbe essere implementata all'interno della scuola o di una comunità



più ampia (ad esempio, campagne a livello scolastico, partnership con aziende locali).

- I team possono utilizzare elementi visivi come poster, video o presentazioni digitali per supportare le loro proposte.

6. Riflessioni e feedback:

- Dopo che tutti i team avranno presentato le loro idee, la classe rifletterà sulle diverse soluzioni e discuterà quali idee siano state le più creative, pratiche e sostenibili.
- Gli studenti possono fornirsi reciprocamente feedback costruttivi, suggerendo modi per migliorare i progetti o identificando potenziali sfide nell'implementazione.
- L'insegnante guiderà una discussione sull'importanza dell'innovazione nell'affrontare i problemi ambientali e su come piccoli cambiamenti, come la sostituzione della plastica monouso, possano avere un impatto significativo nel tempo.

7. Attività di estensione – implementazione della soluzione migliore:

- Come estensione del caso di studio, la classe può votare la soluzione più promettente e lavorare insieme per implementarla nella scuola. Ad esempio, se viene scelto il progetto di un team per contenitori riutilizzabili per snack, la classe potrebbe creare una campagna per incoraggiare gli studenti a utilizzare questi contenitori al posto delle buste di plastica usa e getta.
- Questa applicazione pratica consentirà agli studenti di vedere l'impatto diretto del loro lavoro e di comprendere l'importanza di soluzioni pratiche e attuabili negli sforzi per la sostenibilità.
- In alternativa, la classe può presentare la soluzione vincente alla dirigenza scolastica o ai leader della comunità locale, sostenendone l'adozione su larga scala.

Domande da investigare:

Perché la plastica monouso è così diffusa nella nostra vita quotidiana e quali sono gli ostacoli alla sua sostituzione con alternative sostenibili?

- Come si possono usare creatività e innovazione per risolvere problemi ambientali come l'inquinamento causato dalla plastica?
- Quali sfide potrebbero presentarsi quando si cerca di implementare alternative ecosostenibili e come possiamo superarle?
- Come possiamo incoraggiare l'intera comunità scolastica ad adottare abitudini plastic-free?

Risultati di apprendimento attesi:

- Gli studenti svilupperanno capacità di risoluzione creativa dei problemi progettando soluzioni innovative alle sfide ambientali.
- Acquisiranno una comprensione dell'impatto ambientale della plastica monouso e dell'importanza di trovare alternative.



- L'attività stimolerà il lavoro di squadra e la collaborazione, poiché gli studenti lavoreranno insieme per fare brainstorming e sviluppare i loro progetti.
- Presentando le loro soluzioni, gli studenti miglioreranno le loro capacità di comunicazione e di presentazione.
- Lo studio di caso consentirà agli studenti di agire sulle problematiche ambientali e di comprendere come l'innovazione possa favorire un cambiamento sostenibile.

7.5 Caso di studio 5: “Trash to Treasure” – Riciclaggio creativo dei rifiuti di plastica in arte o funzionalità degli oggetti

Obiettivo:

Incoraggiare gli studenti a trasformare in modo creativo i rifiuti di plastica in nuovi prodotti o opere d'arte, dimostrando il potenziale del riciclo creativo nel ridurre i rifiuti di plastica e promuovere la sostenibilità.

Background:

L'upcycling è il processo di trasformazione di materiali di scarto o prodotti indesiderati in nuovi materiali o prodotti di migliore qualità o valore ambientale. A differenza del riciclaggio, che spesso scompone i materiali nella loro forma grezza, l'upcycling conserva il materiale originale e lo riutilizza in modi creativi. Questa attività combina arte e consapevolezza ambientale, mostrando agli studenti come i rifiuti di plastica, spesso considerati un fastidio, possono essere reinventati in oggetti utili o belli.

L'obiettivo di questo studio di caso è ispirare gli studenti a vedere il valore degli oggetti di plastica scartati e a considerare come i rifiuti possano essere trasformati in qualcosa di funzionale o artistico. Questa attività pratica stimola la creatività e al contempo accresce la consapevolezza sul problema dell'inquinamento da plastica.

Impostazione del caso di studio:

Gli studenti raccoglieranno vari materiali di scarto in plastica da casa o da scuola, come bottiglie di plastica, contenitori, tappi o involucri. Lavoreranno poi individualmente o in piccoli gruppi per progettare e creare un prodotto o un'opera d'arte riciclata usando questi materiali. Le creazioni finali possono spaziare da oggetti funzionali come scatole portaoggetti o fioriere a pezzi decorativi come sculture o arte murale.

Fasi per condurre lo studio del caso:

1. Introduzione al riciclo creativo e ai rifiuti di plastica:

- L'insegnante inizierà con una presentazione sul concetto di upcycling e sui suoi vantaggi rispetto al riciclaggio tradizionale. Gli studenti impareranno come l'upcycling contribuisce alla riduzione dei rifiuti dando una seconda vita ai materiali scartati.
- Saranno mostrati esempi visivi di prodotti riciclati da tutto il mondo per ispirare gli studenti. Questi potrebbero includere mobili, accessori, decorazioni per la casa o pezzi d'arte in plastica riciclata.
- La classe discuterà il problema ambientale dei rifiuti di plastica, concentrandosi su quanta plastica finisce



nelle discariche o negli oceani e perché è importante trovare modi creativi per riutilizzarla.

2. Raccolta dei rifiuti di plastica:

- Gli studenti saranno incaricati di raccogliere rifiuti di plastica da casa, da scuola o dall'ambiente locale nel corso di una settimana. Sono incoraggiati oggetti come bottiglie di plastica, vecchi contenitori, buste di plastica e materiali di imballaggio. La classe può anche organizzare un piccolo evento di pulizia nei pressi della scuola per raccogliere i rifiuti di plastica.
- Una volta raccolti, i rifiuti di plastica saranno smistati e conservati in classe. Gli studenti potranno scegliere da questa raccolta di materiali per i loro progetti di upcycling.

3. Fare brainstorming e pianificazione del prodotto o dell'arte riciclata:

- Gli studenti faranno brainstorming di idee su cosa possono creare dai rifiuti di plastica. Sono incoraggiati a pensare fuori dagli schemi e a ideare progetti sia funzionali che estetici.
- L'insegnante guiderà gli studenti nel considerare la praticità delle loro idee. Le domande da porre includono:
 - Questo articolo può essere utile in classe o a casa?
 - È possibile realizzare questo progetto utilizzando solo i materiali plastici raccolti?
 - Come si possono manipolare i rifiuti di plastica (tagliandoli, incollandoli, verniciandoli) per ottenere il risultato desiderato?
- Gli studenti possono abbozzare le loro idee prima di iniziare il processo creativo.

4. Creare l'oggetto riciclato:

- Nel corso di diverse lezioni, gli studenti inizieranno a costruire i loro prodotti o opere d'arte riciclati. L'insegnante fornirà strumenti come forbici, pistole per colla, vernice e altri materiali artigianali per aiutare gli studenti a lavorare con i materiali plastici.
- Gli studenti dovranno capire come manipolare i rifiuti di plastica (tagliando bottiglie, intrecciando buste di plastica, incollando insieme i pezzi) per realizzare i loro progetti. Ad esempio:
 - **Articoli funzionali:** Uno studente può decidere di creare una fioriera tagliando a metà una bottiglia di plastica e decorandola, oppure può creare un portapenne utilizzando contenitori di plastica.
 - **Oggetti artistici:** Uno studente può decidere di realizzare una scultura unendo insieme vari oggetti di plastica oppure può utilizzare involucri e sacchetti di plastica per creare un'opera d'arte in stile mosaico.
- Mentre lavorano, gli studenti dovrebbero essere incoraggiati a pensare a come stanno riducendo i rifiuti riutilizzando la plastica che altrimenti verrebbe gettata via.

5. Presentazione ed esposizione:

- Una volta completate, gli studenti presenteranno le loro creazioni upcycled alla classe. Ogni presentazione dovrebbe includere:
 - Il tipo di rifiuti plastici utilizzati.
 - L'ispirazione dietro il loro design e il motivo per cui hanno scelto di realizzare questo particolare articolo.



- Il processo di creazione del prodotto riciclato e le sfide che si sono presentate lungo il percorso.
- Come le loro creazioni riciclate contribuiscono alla sostenibilità e alla riduzione degli sprechi.
- La classe può organizzare una piccola mostra per esporre i prodotti e le opere d'arte riciclati. Questa mostra può essere tenuta in classe o in uno spazio più pubblico come il corridoio della scuola o la mensa, consentendo ad altri studenti e personale di vedere i modi creativi in cui i rifiuti di plastica sono stati riutilizzati.

6. Riflessione e discussione:

- Dopo la mostra, la classe avrà una discussione che rifletterà sul processo di upcycling. Le domande chiave potrebbero includere:
 - In che modo l'upcycling differisce dal riciclaggio e quale pensi abbia un impatto maggiore sulla riduzione dei rifiuti di plastica?
 - Quali altri materiali di scarto potrebbero essere riciclati in modo creativo?
 - Come puoi applicare il concetto di riciclo creativo nella tua vita quotidiana, al di là di questo progetto?
 - Cosa hai imparato durante questa attività sul potenziale dei rifiuti di plastica?

7. Attività di estensione– Concorso di riciclo creativo:

- Come estensione, la classe può organizzare una gara di upcycling. Gli studenti possono essere sfidati a creare nuovi prodotti upcycled a casa e portarli a scuola per una gara finale in cui i progetti più innovativi o pratici vincono premi.
- In alternativa, la classe potrebbe collaborare con organizzazioni ambientaliste o aziende locali per esporre le proprie creazioni riciclate in una mostra comunitaria, sensibilizzando così la comunità al problema dei rifiuti di plastica.

Domande da investigare:

Quali sono i vantaggi ambientali del riciclo creativo rispetto al semplice smaltimento dei rifiuti di plastica?

- Come si può usare la creatività per risolvere problemi ambientali come l'inquinamento causato dalla plastica?
- Quali sono alcune delle sfide legate al riciclo creativo dei rifiuti di plastica e come possiamo superarle?
- In che modo l'upcycling può contribuire a un'economia più sostenibile e circolare?

Risultati di apprendimento attesi:

- Gli studenti svilupperanno capacità di pensiero creativo e di risoluzione dei problemi trasformando i rifiuti di plastica in nuovi prodotti.
- Impareranno l'impatto ambientale dei rifiuti di plastica e il valore del riciclo creativo come pratica di sostenibilità.

- L'attività migliorerà la capacità degli studenti a lavorare con materiali e utilizzare utensili per costruire oggetti funzionali o artistici.
- Attraverso presentazioni e riflessioni, gli studenti miglioreranno le loro capacità comunicative e svilupperanno una comprensione più profonda della sostenibilità.
- Lo studio di caso stimolerà gli studenti a riflettere su come integrare il riciclo creativo e la riduzione dei rifiuti nella loro vita quotidiana.

7.6 Caso di studio 6: “Eco-Design Challenge” – Ripensare i prodotti di uso quotidiano per la sostenibilità

Obiettivo:

Coinvolgere gli studenti nella riprogettazione di prodotti di uso quotidiano utilizzando materiali e processi ecocompatibili, incoraggiando l'innovazione nella sostenibilità e nella responsabilità ambientale.

Background:

L'eco-design è un principio fondamentale dell'economia circolare che si concentra sulla progettazione di prodotti con un impatto ambientale minimo durante tutto il loro ciclo di vita. Ciò include la considerazione dei materiali utilizzati, del consumo di energia durante la produzione e l'uso, del potenziale di riutilizzo o riciclaggio e della riduzione dei rifiuti alla fine del ciclo di vita del prodotto. In questo studio di caso, gli studenti assumeranno il ruolo di designer di prodotti, incaricati di reimmaginare un articolo familiare per renderlo più sostenibile.

L'attenzione di questa attività non si concentra solo sulla consapevolezza ambientale, ma anche sulla risoluzione pratica dei problemi e sul pensiero critico, poiché gli studenti devono bilanciare la funzionalità del prodotto con il suo impatto ambientale.

Impostazione del caso di studio:

Gli studenti lavoreranno in gruppi per selezionare un prodotto di uso quotidiano come una bottiglia d'acqua, uno spazzolino da denti o un pezzo di imballaggio e riprogetteranno tenendo a mente la sostenibilità. Il prodotto riprogettato dovrebbe utilizzare materiali eco-compatibili, ridurre al minimo gli sprechi e considerare l'intero ciclo di vita del prodotto, dalla produzione allo smaltimento. Gli studenti presenteranno i loro progetti come parte di una "Eco-Design Challenge", dove le loro creazioni saranno valutate in base a innovazione, fattibilità e impatto ambientale.

Fasi per condurre lo studio del caso:

1. Introduzione all'eco-design e alla sostenibilità:

- L'insegnante inizierà con un'introduzione ai principi dell'ecodesign, spiegando come i prodotti possono essere progettati per ridurre al minimo il danno ambientale.
- Saranno condivisi con gli studenti esempi concreti di innovazioni di eco-design. Questi potrebbero includere imballaggi biodegradabili, elettrodomestici a risparmio energetico o indumenti realizzati con materiali riciclati.
- Il corso discuterà l'impatto ambientale degli oggetti di uso quotidiano, concentrandosi su ciò che rende



un prodotto non sostenibile (ad esempio, plastica monouso, materiali tossici o uso inefficiente dell'energia).

2. Selezione del prodotto da riprogettare:

- Ogni gruppo di studenti sceglierà un prodotto comune che desidera riprogettare con un focus sulla sostenibilità. Gli elementi suggeriti potrebbero includere:
 - Una bottiglia d'acqua di plastica.
 - Un monousotazza di caffè.
 - Imballaggi per prodotti elettronici o alimentari.
 - Uno spazzolino da denti o un prodotto per l'igiene personale.
 - Un mobile o un elettrodomestico.
- Gli studenti dovrebbero scegliere prodotti familiari e ampiamente utilizzati, fornendo loro un esempio concreto di come piccoli cambiamenti possano avere un grande impatto ambientale.

3. Brainstorming sulla riprogettazione:

- Una volta selezionato il prodotto, gli studenti faranno brainstorming su come rendere il prodotto più sostenibile. Ciò potrebbe comportare:
 - **Sostituzione del materiale:** Sostituire la plastica o altri materiali non biodegradabili con alternative ecologiche come bambù, vetro o materiali riciclati.
 - **Design modulare:** Progettare prodotti che possano essere facilmente riparati o aggiornati, anziché essere smaltiti quando si rompono.
 - **Efficienza energetica:** Riprogettare i prodotti elettronici per consumare meno energia durante l'uso o la produzione.
 - **Riduzione degli sprechi:** Pensare a modi per ridurre al minimo gli sprechi sia nell'imballaggio del prodotto che nel suo smaltimento.
- L'insegnante guiderà gli studenti attraverso il processo di brainstorming, incoraggiandoli a riflettere sull'intero ciclo di vita del prodotto: da come viene realizzato, a come viene utilizzato, fino a come viene smaltito o riciclato.

4. Creazione del prototipo di eco-design:

- Gli studenti creeranno un prototipo o uno schizzo dettagliato del loro prodotto riprogettato. Sebbene non abbiano le risorse per costruire un modello in scala reale, dovrebbero usare i materiali disponibili per rappresentare gli elementi chiave del loro design (ad esempio, usare il cartone per rappresentare un nuovo design di imballaggio o l'argilla per modellare il manico di uno spazzolino da denti).
- Il prototipo dovrebbe evidenziare le specifiche modifiche eco-compatibili apportate al prodotto.

Ad esempio:

- Una bottiglia d'acqua riprogettata con alluminio o vetro riciclati.



- Uno spazzolino da denti in bambù, progettato con testine sostituibili per ridurre gli sprechi.
- Imballaggi per dispositivi elettronici realizzati con materiali biodegradabili o progettati per essere facilmente riciclati.
- Gli studenti dovrebbero anche considerare come il loro prodotto riprogettato potrebbe essere prodotto su larga scala e quale impatto avrebbero queste modifiche sul costo e sulla fruibilità del prodotto.

5. Presentazione dell'Eco-Design:

- Ogni gruppo presenterà alla classe il proprio prodotto riprogettato, spiegando:
 - Quali modifiche hanno apportato al prodotto per renderlo più sostenibile.
 - I vantaggi ambientali derivanti dalla loro riprogettazione (ad esempio, meno rifiuti, riduzione del consumo energetico, maggiore durata del prodotto).
 - Eventuali difficoltà incontrate nel bilanciare sostenibilità e funzionalità.
- L'insegnante valuterà ogni presentazione in base alla creatività, alla fattibilità del progetto e al potenziale impatto ambientale.

6. Valutazione della sfida Eco-Design:

- Dopo che tutti i gruppi hanno presentato, la classe può votare quale riprogettazione ritengono più innovativa e sostenibile. In alternativa, una commissione di insegnanti o giudici ospiti (ad esempio, imprenditori locali o sostenitori dell'ambiente) potrebbe essere invitata a valutare i progetti in base a criteri quali:
 - **Innovazione:** Quanto è originale e creativo il nuovo design?
 - **Fattibilità:** Questo prodotto potrebbe essere realisticamente prodotto e utilizzato nella vita di tutti i giorni?
 - **Impatto ambientale:** In che misura la riprogettazione riduce l'impatto ambientale del prodotto?

7. Riflessione e feedback:

- Dopo le presentazioni, l'insegnante guiderà una discussione in classe per riflettere sul processo di riprogettazione. Le domande chiave potrebbero includere:
 - In che modo il design del prodotto può influenzare la sostenibilità ambientale?
 - Quali sono i compromessi tra la creazione di un prodotto più sostenibile e il mantenimento della funzionalità o della convenienza del prodotto?
 - In che modo i consumatori possono influenzare le aziende a progettare prodotti più ecosostenibili?
- Gli studenti saranno inoltre incoraggiati a riflettere su come applicare i principi dell'eco-design nella propria vita, ad esempio scegliendo prodotti realizzati con materiali sostenibili o sostenendo aziende che danno priorità a pratiche eco-compatibili.

8. Attività di estensione – Progettazione Laboratorio di pensiero:

- Come estensione dello studio del caso, gli studenti possono partecipare a un workshop di "Design



Thinking" in cui affrontano le fasi di empatia con gli utenti, definizione del problema, ideazione, prototipazione e test dei loro eco-design.

○ Questo workshop potrebbe essere svolto in più lezioni e offrirebbe agli studenti l'opportunità di approfondire la loro comprensione di come la progettazione sostenibile possa affrontare le sfide ambientali del mondo reale.

Domande da investigare:

- Quali sono gli impatti ambientali dei materiali comunemente utilizzati nei prodotti di uso quotidiano?
- In che modo i principi dell'eco-design possono ridurre l'impatto ambientale complessivo di un prodotto?
- Quali sono alcune delle sfide nel bilanciare sostenibilità con funzionalità, costi e usabilità?
- Come possono i consumatori stimolare la domanda di prodotti più sostenibili?

Risultati di apprendimento attesi:

- Gli studenti svilupperanno capacità di pensiero critico e di risoluzione dei problemi analizzando l'impatto ambientale dei prodotti di uso quotidiano e creando soluzioni innovative.
- Acquisiranno una comprensione più approfondita dei principi dell'ecodesign e del modo in cui la progettazione del prodotto può influenzare la sostenibilità.
- L'attività favorirà il lavoro di squadra e collaborazione mentre gli studenti lavorano insieme per fare brainstorming e prototipare le loro idee.
- Partecipando all'Eco-Design Challenge, gli studenti accresceranno la loro creatività e la loro capacità di pensare fuori dagli schemi quando affrontano questioni ambientali.
- Lo studio di caso incoraggerà gli studenti a riflettere sul loro ruolo sia come consumatori che come futuri designer nella promozione della sostenibilità.

7.7 Caso di studio 7: “Scuola senza plastica” – Riduzione della plastica monouso negli istituti scolastici

Obiettivo:

Per incoraggiare gli studenti a guidare una campagna all'interno della loro scuola per ridurre i rifiuti di plastica monouso e promuovere alternative sostenibili, promuovendo la responsabilità ambientale e l'impegno della comunità.

Background:

L'inquinamento causato dalla plastica è uno dei problemi ambientali più urgenti, con milioni di tonnellate di rifiuti di plastica che ogni anno finiscono negli oceani e nelle discariche. Le scuole, in quanto centri significativi della vita della comunità, spesso utilizzano grandi quantità di articoli di plastica monouso, dagli utensili della mensa e dagli imballaggi alimentari alle bottiglie di plastica e agli involucri. Questo studio di caso si concentra sugli studenti che lavorano in modo collaborativo per identificare le fonti di plastica monouso nella loro scuola e proporre soluzioni pratiche per eliminarle o ridurle.



L'iniziativa mira ad aiutare gli studenti non solo a riconoscere l'impatto dei rifiuti di plastica, ma anche a partecipare attivamente al cambiamento all'interno della loro comunità, introducendo alternative sostenibili, sensibilizzando e influenzando le politiche scolastiche.

Impostazione del caso di studio:

Gli studenti lavoreranno insieme per identificare i tipi più comuni di plastica monouso nel loro ambiente scolastico. Una volta identificati, svilupperanno una campagna per promuovere alternative come articoli riutilizzabili, materiali biodegradabili o programmi di riciclaggio in tutta la scuola. Quindi presenteranno le loro scoperte e proposte agli amministratori scolastici, sostenendo cambiamenti politici a lungo termine per ridurre l'impronta di plastica della scuola.

Fasi per condurre lo studio del caso:

1. Ricerca iniziale e brainstorming:

- L'insegnante inizia introducendo il problema globale dell'inquinamento da plastica e del suo impatto ambientale, con particolare attenzione alla plastica monouso.
- Il corso analizzerà statistiche e casi di studio su come scuole e aziende siano riuscite a ridurre con successo i rifiuti di plastica.
- Gli studenti faranno quindi un brainstorming sulle fonti di rifiuti di plastica monouso specifiche per la loro scuola. Ciò potrebbe includere:
 - Bottiglie d'acqua di plastica.
 - Stoviglie e piatti monouso nella mensa.
 - Imballaggi in plastica di snack o materiale scolastico.
 - Sacchetti di plastica provenienti dai negozi della scuola o dalle attività extracurricolari.

2. Condurre un audit sui rifiuti di plastica:

- Per comprendere meglio la portata del problema, gli studenti condurranno un audit sui rifiuti di plastica nella scuola. Ciò comporta il monitoraggio di quanta plastica monouso viene smaltita in un determinato periodo di tempo, ad esempio una settimana.
- Gli studenti documenteranno i tipi di rifiuti di plastica generati, indicando le aree in cui la plastica viene utilizzata più frequentemente, come la mensa, i distributori automatici o le aule.
- I risultati della verifica saranno analizzati per identificare i maggiori responsabili della produzione di rifiuti di plastica, fornendo una base basata sui dati per la campagna.

3. Sviluppo di soluzioni e proposte:

- Sulla base dei risultati dell'audit sui rifiuti, gli studenti lavoreranno in gruppi per proporre soluzioni specifiche e praticabili per ridurre o eliminare la plastica monouso nella scuola. Alcuni esempi potrebbero includere:
 - **Alternative riutilizzabili:** Incoraggiare studenti e personale a portare bottiglie d'acqua e contenitori per il pranzo riutilizzabili e promuovere l'uso di utensili in metallo o bambù.



- **Opzioni biodegradabili:** Introduzione di piatti, bicchieri e posate compostabili nella mensa scolastica.
- **Stazioni idriche:** Installare stazioni di rifornimento d'acqua per scoraggiare l'acquisto di bottiglie di plastica monouso.
- **Eventi senza plastica:** Creare linee guida per garantire che gli eventi scolastici, come le partite sportive o i balli scolastici, siano privi di plastica, utilizzando materiali riutilizzabili o biodegradabili.
- I gruppi individueranno anche i potenziali ostacoli a queste soluzioni, come il costo o la praticità, e proporranno modi per superare queste sfide (ad esempio, raccogliendo fondi per le stazioni idriche o introducendo incentivi per gli studenti che portano oggetti riutilizzabili).

4. Campagna di sensibilizzazione:

- Una parte fondamentale di questo studio di caso prevede di educare la comunità scolastica più ampia sull'impatto della plastica monouso e incoraggiare il cambiamento di comportamento. Gli studenti creeranno una campagna di sensibilizzazione che potrebbe includere:
 - Poster e volantini che spiegano l'impatto ambientale dei rifiuti di plastica e promuovono soluzioni alternative.
 - Campagne sui social media o un concorso scolastico per ridurre l'uso della plastica, con premi per la classe o il gruppo più attento all'ambiente.
 - Organizzare un'assemblea o un evento in cui gli studenti presentano i risultati della loro analisi sui rifiuti di plastica e i vantaggi del passaggio ad alternative riutilizzabili o biodegradabili.
 - Gli studenti possono anche collaborare con il club ambientale della scuola (se disponibile) per organizzare eventi come i "Venerdì senza plastica" o avviare un "Plastic-Free Pledge" che incoraggi studenti e personale a impegnarsi a ridurre l'uso della plastica.

5. Coinvolgimento con l'amministrazione scolastica:

- Dopo aver sviluppato soluzioni e condotto la campagna di sensibilizzazione, gli studenti presenteranno le loro scoperte e proposte all'amministrazione scolastica. Questa presentazione dovrebbe includere:
 - I risultati dell'indagine sui rifiuti di plastica, che dimostrano l'entità dei rifiuti di plastica nella scuola.
 - Un'analisi costi-benefici del passaggio ad alternative riutilizzabili o biodegradabili.
 - Modifiche politiche suggerite, come il divieto di bottiglie di plastica monouso o l'obbligo per i venditori di utilizzare imballaggi compostabili.
 - Proposte di impegni a lungo termine, come diventare una "scuola senza plastica" certificata o creare un comitato per la sostenibilità che supervisioni gli sforzi in corso.
 - Gli studenti dovranno prepararsi a possibili resistenze o preoccupazioni da parte dell'amministrazione, soprattutto per quanto riguarda i costi, ed essere pronti a proporre soluzioni creative o modi per introdurre gradualmente i cambiamenti.

6. Monitoraggio e valutazione:

- Una volta che la scuola avrà implementato le modifiche proposte, gli studenti continueranno a monitorare

i livelli di rifiuti di plastica per misurare l'impatto della loro campagna.

- Possono ripetere la verifica dei rifiuti diversi mesi dopo la campagna per monitorare i progressi e verificare se il consumo di plastica monouso è diminuito.
- In caso di successo, gli studenti possono espandere la campagna per includere altri ambiti di sostenibilità ambientale, come la riduzione del consumo energetico o l'aumento degli sforzi di riciclaggio nella scuola.

7. Celebrare il successo ed espandere l'iniziativa:

- Come parte del caso di studio, gli studenti celebreranno i loro successi condividendo i progressi con l'intera comunità scolastica, magari attraverso un evento o un'assemblea.
- L'insegnante può incoraggiare gli studenti a pensare a come questa iniziativa potrebbe espandersi oltre la scuola, alla comunità più ampia. Ad esempio, il progetto potrebbe essere esteso alle aziende locali o ad altre scuole del distretto?
- Gli studenti potrebbero anche partecipare a sfide o competizioni ambientali nazionali o internazionali, rappresentando l'impegno della loro scuola verso la sostenibilità.

Domande da investigare:

- Come si possono introdurre alternative alla plastica monouso in modo conveniente e pratico?
- Quali sono i maggiori ostacoli alla riduzione dell'uso della plastica nelle scuole e come possono essere superati?
- Come possiamo coinvolgere l'intera comunità scolastica nel sostenere pratiche sostenibili?
- Quale ruolo svolgono studenti e insegnanti nell'influenzare il cambiamento delle politiche e dei comportamenti all'interno delle loro scuole?

Risultati di apprendimento attesi:

- Gli studenti svilupperanno la leadership, capacità di advocacy attraverso la realizzazione di una campagna in tutta la scuola per ridurre i rifiuti di plastica.
- Acquisiranno una migliore comprensione dell'impatto ambientale della plastica monouso e di come le azioni quotidiane contribuiscano all'inquinamento globale.
- Attraverso la verifica dei rifiuti di plastica e l'elaborazione di proposte, gli studenti impareranno ad analizzare i dati, sviluppare soluzioni e presentare le loro scoperte in modo convincente.
- Lo studio di caso stimolerà gli studenti a riflettere in modo critico su come implementare pratiche sostenibili e superare le sfide legate ai costi, alla praticità e al cambiamento dei comportamenti.
- Gli studenti acquisiranno capacità di lavoro di squadra lavorando insieme su ricerche, proposte e attività di campagna, promuovendo un senso di responsabilità condivisa per l'ambiente.

Attività di estensione – Partnership con gli enti locali:

- Come estensione di questo studio di caso, gli studenti potrebbero impegnarsi con funzionari del governo locale o organizzazioni ambientaliste per espandere l'iniziativa senza plastica oltre la loro scuola. Ciò



potrebbe comportare l'organizzazione di un evento comunitario o la presentazione delle loro scoperte al consiglio comunale, sostenendo politiche ambientali più ampie.

7.8 Caso di studio 8: “Riciclo creativo-upcycling” – Utilizzo di materiali plastici riciclati per creare nuovi prodotti

Obiettivo:

Per ispirare gli studenti a pensare in modo creativo al riutilizzo dei materiali plastici, trasformando i rifiuti in prodotti utili o progetti artistici. Questo studio di caso incoraggia gli studenti a riutilizzare i rifiuti plastici della loro vita quotidiana, aiutandoli a comprendere il valore del riciclaggio e coltivando al contempo innovazione e tutela ambientale.

Background:

I rifiuti di plastica rappresentano un problema ambientale significativo, con molti articoli di plastica che vengono smaltiti dopo un solo utilizzo. Il riciclaggio della plastica aiuta a ridurre i rifiuti, ma non tutta la plastica può essere riciclata facilmente o in modo efficiente. Questo studio di caso si concentra sull'insegnamento agli studenti del valore dell'upcycling, un processo in cui i materiali scartati vengono trasformati in nuovi prodotti di alta qualità, estendendo il ciclo di vita della plastica e riducendo la domanda di materiali vergini.

Lo scopo dello studio di caso è aiutare gli studenti a riconoscere il potenziale dei materiali di scarto e a promuovere la creatività e la risoluzione dei problemi mediante la progettazione di nuovi prodotti utilizzando plastica riciclata.

Impostazione del caso di studio:

Gli studenti raccoglieranno rifiuti di plastica da casa e da scuola (come bottiglie di plastica, tappi, contenitori e involucri) e riutilizzeranno questi materiali per creare nuovi oggetti funzionali o artistici. Il progetto può concentrarsi su una varietà di temi, tra cui articoli pratici per la casa, materiale scolastico o opere d'arte. Attraverso questo studio di caso, gli studenti impareranno il valore del riciclaggio, svilupperanno capacità di progettazione e artigianato ed esploreranno come i rifiuti di plastica quotidiani possano ricevere nuova vita.

Fasi per condurre lo studio del caso:

1. Introduzione al riciclo creativo e al riciclaggio:

- L'insegnante inizierà spiegando la differenza tra riciclaggio e upcycling, sottolineando come l'upcycling si concentri sull'aggiunta di valore ai materiali di scarto trasformandoli in nuovi prodotti.
- Gli studenti guarderanno video o vedranno esempi di progetti di riciclo creativo di successo per trarre ispirazione, come fioriere realizzate con bottiglie di plastica, gioielli realizzati con involucri di plastica o mobili creati con contenitori di plastica.
- Verrà discusso l'impatto ambientale dei rifiuti di plastica e come il riciclo creativo possa contribuire a ridurre tale impatto riducendo al minimo i rifiuti inviati in discarica.

2. Raccolta dei rifiuti di plastica:

- Nel corso di una settimana, agli studenti verrà chiesto di raccogliere rifiuti di plastica dalle loro case,



dalla scuola o dalla comunità. Ciò può includere una varietà di articoli di plastica come:

- Bottiglie e tappi di plastica.
 - Contenitori e coperchi per alimenti.
 - Sacchetti e involucri di plastica.
 - Cannucce e utensili.
- Gli studenti saranno incoraggiati a raccogliere rifiuti di plastica puliti e sicuri da maneggiare. L'insegnante si assicurerà che gli studenti comprendano l'importanza dell'igiene e della sicurezza quando si maneggiano materiali di scarto.

3. Brainstorming e progettazione di nuovi prodotti:

- Una volta che gli studenti avranno raccolto una quantità sufficiente di rifiuti di plastica, faranno un brainstorming di idee su come riutilizzare questi materiali.
- Gli studenti possono lavorare individualmente o in piccoli gruppi per elaborare idee creative per nuovi prodotti o opere d'arte. Queste potrebbero includere:
 - **Articoli pratici:** Portapenne, contenitori, borse riutilizzabili o anche piccoli mobili.
 - **Materiale scolastico:** Bottiglie d'acqua riutilizzabili, copertine per libri o contenitori per materiali di consumo.
 - **Progetti artistici:** Sculture, mosaici o accessori moda come bracciali o portachiavi.
- L'insegnante può guidare gli studenti attraverso tecniche di design thinking per aiutarli a concentrarsi sulla funzionalità, l'estetica e la sostenibilità delle loro idee.

4. Costruzione di prototipi:

- Con un progetto chiaro in mente, gli studenti inizieranno a costruire i loro prototipi utilizzando i materiali plastici che hanno raccolto. L'insegnante può fornire strumenti come forbici, pistole per colla o spago per aiutare gli studenti ad assemblare i loro progetti.
- Gli studenti documenteranno il processo, scattando foto dei loro materiali, dei passaggi e dei prodotti finiti. Questa documentazione può essere utilizzata in seguito per la riflessione e la condivisione.
- Durante la fase di costruzione, l'insegnante incoraggerà gli studenti a sperimentare e apportare modifiche man mano che procedono, stimolando la creatività e le capacità di risoluzione dei problemi.

5. Presentazione dei prodotti finali:

- Una volta completati i prototipi, gli studenti presenteranno alla classe i loro prodotti finali, spiegando i materiali utilizzati e in che modo i loro progetti contribuiscono a ridurre i rifiuti di plastica.
- Gli studenti parleranno anche delle eventuali sfide incontrate durante il progetto, come ad esempio la difficoltà nel lavorare con determinati tipi di plastica o nel trovare modi per rendere funzionale il prodotto.
- La classe può discutere quali progetti sono stati più creativi, utili o innovativi e considerare come queste idee potrebbero essere ampliate o implementate nella vita di tutti i giorni.

6. Riflessione e discussione sull'impatto ambientale:

- Dopo le presentazioni, gli studenti rifletteranno sull'impatto dell'upcycling dei rifiuti di plastica. L'insegnante guiderà una discussione su come progetti come questo contribuiscano a un'economia circolare, in cui i materiali vengono tenuti in uso il più a lungo possibile anziché essere scartati.
- Gli studenti prenderanno in considerazione i più ampi vantaggi ambientali del riciclo creativo, come la riduzione della domanda di nuova plastica, il risparmio energetico e la riduzione delle emissioni di carbonio.
- La discussione esplorerà anche i limiti dell'upcycling e il modo in cui integra gli sforzi di riciclaggio più ampi.

7. Presentazione dei progetti:

- L'insegnante può organizzare un evento espositivo in cui i prodotti riciclati degli studenti vengono esposti in un'area comune della scuola. Questo evento potrebbe essere aperto ad altri studenti, insegnanti e genitori, offrendo un'opportunità all'intera comunità scolastica di apprendere l'importanza del riciclaggio e dell'upcycling.
- Gli studenti possono preparare piccole presentazioni o poster in cui spiegano il loro progetto, i materiali utilizzati e in che modo il loro prodotto contribuisce alla riduzione dei rifiuti di plastica.
- L'evento può anche fungere da campagna di sensibilizzazione, incoraggiando gli altri membri della scuola a prendere in considerazione modi per ridurre il proprio impatto sulla plastica.

8. Impegno a lungo termine:

- Per rendere il progetto più efficace, l'insegnante può incoraggiare gli studenti a continuare a utilizzare e rifinire i prodotti riciclati o addirittura avviare un'iniziativa di riciclo creativo a livello scolastico.
- La scuola potrebbe implementare un sistema di raccolta permanente dei rifiuti di plastica, con regolari laboratori di riciclo creativo, concorsi o progetti per promuovere costantemente creatività e sostenibilità.
- Gli studenti possono essere incoraggiati a condividere le loro conoscenze con studenti più giovani o con altre classi, promuovendo così una cultura di responsabilità ambientale in tutta la scuola.

Risultati di apprendimento:

- **Creatività e risoluzione dei problemi:** Gli studenti impareranno a pensare fuori dagli schemi e a trovare modi innovativi per riutilizzare i materiali di scarto.
- **Consapevolezza ambientale:** Lavorando direttamente con i rifiuti di plastica, gli studenti acquisiranno una migliore comprensione dell'impatto ambientale dell'inquinamento causato dalla plastica.
- **Abilità pratiche:** Gli studenti svilupperanno competenze pratiche nella progettazione, nell'artigianato e nella prototipazione, acquisendo così esperienza pratica negli sforzi per la sostenibilità.
- **Collaborazione:** Lavorare in team per fare brainstorming, progettare e costruire prodotti riciclati favorisce la collaborazione e il lavoro di squadra.
- **Campagna di sensibilizzazione:** Attraverso la presentazione del progetto, gli studenti impareranno come comunicare in modo efficace le proprie idee e coinvolgere altri negli sforzi per la sostenibilità.



7.9 Caso Studio 9: Creare arte da plastica riciclata

Obiettivo:

Questo workshop incoraggia gli studenti a esplorare il lato creativo del riciclaggio trasformando i rifiuti di plastica raccolti in arte. L'obiettivo è quello di aumentare la consapevolezza sull'inquinamento da plastica, promuovendo al contempo l'espressione artistica. Gli studenti lavoreranno in gruppi per progettare e creare sculture, mosaici o murali utilizzando materiali di plastica scartati.

Steps:

1. Fase di raccolta:

- Prima del workshop, l'insegnante può organizzare una raccolta di plastica in cui gli studenti portano i rifiuti di plastica da casa, come tappi di bottiglia, imballaggi, cannucce, vecchi giocattoli di plastica o oggetti domestici rotti.
- La scuola potrebbe anche collaborare con le aziende locali per donare materiali di plastica puliti e scartati per il progetto.

2. Brainstorming artistico:

- L'insegnante introduce il concetto di "arte ambientale" e condivide esempi di come artisti di tutto il mondo utilizzano materiali riciclati per creare consapevolezza.
- In piccoli gruppi, gli studenti fanno brainstorming di idee per la loro opera d'arte. Possono decidere il tipo di opera d'arte che vogliono creare, che si tratti di una scultura, un mosaico o un murale. Ogni opera dovrebbe riflettere un messaggio correlato all'inquinamento da plastica, come i suoi effetti sulla vita marina, le discariche o la salute umana.
- L'insegnante può guidare gli studenti nel collegare la loro arte ai concetti ambientali, sottolineando che i loro progetti non devono essere solo esteticamente gradevoli, ma anche trasmettere un messaggio significativo.

3. Progettazione dell'opera d'arte:

- Ogni gruppo abbozza il proprio progetto, decidendo come utilizzare diversi tipi di rifiuti di plastica per realizzare la propria visione artistica.
- Gli studenti pianificano la struttura, incluso come assemblare e far aderire insieme i pezzi di plastica in modo sicuro e stabile. Devono considerare quali tipi di plastica sono abbastanza flessibili da essere modellati o abbastanza robusti da supportare il pezzo.

4. Edificio dell'arte:

- Con la plastica raccolta, gli studenti iniziano ad assemblare i loro progetti. Possono usare colla, filo o spago per tenere insieme i pezzi. L'insegnante può aiutare fornendo strumenti come forbici, pistole per colla a caldo (sotto supervisione) o tronchesi.
- Durante il processo creativo, gli studenti possono rimodellare o tagliare alcuni oggetti di plastica per adattarli meglio ai loro progetti, promuovendo l'idea di trasformare i rifiuti in qualcosa di nuovo e significativo.



5. Critica e riflessione sull'arte:

- Una volta completata l'opera d'arte, la classe organizza una mini mostra d'arte in cui ogni gruppo presenta la propria opera e ne spiega il messaggio ambientale.
- Altri studenti possono porre domande, fornire feedback e discutere ciò che hanno imparato sull'inquinamento causato dalla plastica durante il processo.
- L'insegnante conduce una sessione di riflessione in cui gli studenti discutono sulle sfide che si incontrano quando si lavora con i rifiuti di plastica e cosa simboleggiano in termini di permanenza della plastica nel nostro ambiente.

6. Esposizione pubblica:

- Le opere d'arte finite possono essere esposte nei corridoi della scuola o anche in uno spazio pubblico della comunità per sensibilizzare sul tema dei rifiuti di plastica. I media locali o le organizzazioni ambientaliste potrebbero essere invitati all'inaugurazione per aumentare l'impatto del lavoro degli studenti.
- Gli studenti potrebbero anche creare poster informativi da abbinare all'opera d'arte, spiegando i tipi di plastica utilizzati e il loro impatto ambientale, informando ulteriormente il pubblico sull'inquinamento causato dalla plastica.

7. Messaggio sostenibile:

- Per concludere il progetto, l'insegnante può incoraggiare gli studenti a pensare a come l'arte possa essere utilizzata come strumento di attivismo e cambiamento ambientale. Questo apre una conversazione su come possono continuare a integrare la sostenibilità nella loro vita quotidiana al di là del progetto.

Risultati di apprendimento:

- **Arte e sostenibilità:** Gli studenti capiranno come l'arte possa essere un mezzo per sensibilizzare sui problemi ambientali.
- **Collaborazione di squadra:** Lavorare in gruppo per creare un'opera d'arte insegna agli studenti come collaborare in modo creativo e gestire le risorse.
- **Pensiero critico:** Gli studenti devono riflettere in modo critico su come riutilizzare i materiali plastici, tenendo conto sia del messaggio estetico che di quello ambientale del loro lavoro.
- **Consapevolezza ambientale:** La gestione e la trasformazione dei rifiuti di plastica aiuta gli studenti a interiorizzare le conseguenze ambientali del consumo di plastica e dell'inquinamento.
- **Impegno pubblico:** Esporre le opere d'arte finite in uno spazio pubblico offre agli studenti l'opportunità di coinvolgere la comunità più ampia in dibattiti sulla sostenibilità e sui rifiuti di plastica.

7.10 Caso di studio 10: costruire con mattoni ecologici ricavati dai rifiuti di plastica

Obiettivo:

Questo workshop pratico insegna agli studenti come realizzare eco-mattoni, bottiglie di plastica stipate strettamente con rifiuti di plastica non riciclabili, per sensibilizzare sull'inquinamento da plastica ed esplorare soluzioni pratiche e a basso costo per ridurre i rifiuti nella loro comunità. Gli eco-mattoni sono

robusti e possono essere utilizzati in piccoli progetti di costruzione, offrendo un modo innovativo per riutilizzare la plastica che altrimenti finirebbe nelle discariche o nell'ambiente.

Steps:

1. Introduzione agli Eco-Mattoni

- L'insegnante introduce il concetto di mattoni ecologici e spiega come vengono utilizzati in varie parti del mondo per costruire panchine, muri da giardino e persino intere case.
- Una breve discussione su come la plastica monouso, come buste di plastica, involucri di patatine e imballaggi alimentari, spesso non possa essere riciclata, ma possa invece essere riutilizzata in eco-mattoni. L'insegnante evidenzia l'impatto a lungo termine della plastica non riciclabile e come gli eco-mattoni aiutino a mitigare questo problema.

2. Raccolta dei rifiuti di plastica:

- Gli studenti hanno il compito di raccogliere da casa, nell'arco di alcune settimane, rifiuti di plastica non riciclabili, come involucri di snack, imballaggi alimentari, pellicole trasparenti, cannucce di plastica e altre plastiche morbide.
- La scuola può anche collaborare con negozi o aziende locali per raccogliere altri rifiuti di plastica, assicurandosi che ci sia abbastanza materiale per il progetto. Gli studenti sono incoraggiati a pulire i rifiuti in anticipo per evitare problemi di igiene.

3. Preparazione delle bottiglie:

- Ogni studente porta bottiglie di plastica vuote e pulite di varie dimensioni (in genere da 500 ml a 1,5 L). Queste bottiglie fungeranno da struttura per gli eco-mattoni.
- L'insegnante spiega che le bottiglie devono essere riempite ermeticamente per far sì che i mattoni ecologici siano durevoli e sufficientemente resistenti da poter essere utilizzati in piccoli progetti di costruzione.

4. Riempire le bottiglie:

- Utilizzando bastoncini o tasselli di legno, gli studenti iniziano a comprimere strettamente i rifiuti di plastica nelle bottiglie. È importante assicurarsi che non ci siano spazi vuoti d'aria, quindi gli studenti dovranno comprimere i rifiuti il più possibile.
- Durante questo processo, gli studenti sono incoraggiati a discutere quali tipi di plastica stanno utilizzando e quanti rifiuti vengono raccolti. Possono pesare le loro bottiglie prima e dopo averle riempite per misurare quanti rifiuti di plastica vengono riutilizzati.

5. Creazione della struttura Eco-Brick:

- Una volta realizzati abbastanza eco-mattoni, la classe può lavorare insieme per progettare e costruire una piccola struttura. Esempi includono una panchina da giardino, una fioriera per il cortile della scuola o un muro decorativo per il campus.
- L'insegnante aiuta a facilitare un workshop di progettazione, in cui gli studenti pianificano la struttura e decidono come saranno disposti gli eco-mattoni. Gli eco-mattoni possono essere fissati con materiali



naturali come argilla o fango, o usati con malta se si desidera una struttura più permanente.

6. Costruzione ed assemblaggio:

- In piccoli gruppi, gli studenti iniziano a costruire la struttura scelta utilizzando gli eco-mattoni che hanno realizzato. Questa attività pratica e pratica insegna loro le competenze di base della costruzione e il lavoro di squadra.
- Man mano che la struttura prende forma, gli studenti possono discutere i vantaggi a lungo termine dell'utilizzo di mattoni ecologici e scoprire come questo metodo potrebbe essere applicato ad altri progetti comunitari.

7. Riflessione e discussione:

- Una volta completata la struttura dell'eco-mattoncino, l'insegnante conduce una sessione di riflessione in cui gli studenti discutono di ciò che hanno imparato sui rifiuti di plastica, sui limiti del riciclaggio e su come gli eco-mattoncini possano contribuire a soluzioni sostenibili.
- Gli studenti possono calcolare quanta plastica hanno evitato di smaltire in discarica pesando i loro mattoni ecologici e moltiplicando il risultato per il numero di mattoni utilizzati nel progetto.
- La discussione comprende anche un brainstorming su come ridurre ulteriormente i rifiuti di plastica nella vita quotidiana e a scuola.

8. Ampliare l'impatto:

- La struttura eco-brick finita può essere esposta in modo ben visibile nella scuola o nella comunità per sensibilizzare sull'inquinamento da plastica e ispirare altri a intraprendere azioni simili. Cartelli informativi che spiegano cosa sono gli eco-brick e perché sono importanti possono accompagnare la struttura.
- La classe può anche prendere in considerazione l'idea di organizzare raccolte di mattoni ecologici o di collaborare con gruppi ambientalisti locali per costruire più strutture realizzate con mattoni ecologici nella comunità.

Risultati di apprendimento:

- **Intraprendenza:** Gli studenti imparano come riutilizzare i rifiuti di plastica per ricavarne materiali edilizi utili, trasformando i rifiuti in una risorsa.
- **Impatto ambientale:** Creando mattoni ecologici, gli studenti acquisiscono una comprensione più approfondita dei rifiuti di plastica, delle loro conseguenze sull'ambiente e dei limiti dei sistemi di riciclaggio.
- **Collaborazione:** Il progetto promuove il lavoro di squadra poiché gli studenti lavorano insieme per creare mattoni ecologici e pianificare un progetto di costruzione condiviso.
- **Innovazione sostenibile:** L'esperienza pratica della costruzione con mattoni ecologici introduce gli studenti a soluzioni pratiche e innovative ai problemi ambientali, che possono essere applicate in progetti di sostenibilità più ampi.

7.11 Caso di studio 11: progettazione di prodotti sostenibili con plastica riciclata

Obiettivo:

Questo workshop è rivolto agli studenti più grandi e li stimola a pensare in modo creativo al design del prodotto, affrontando al contempo le problematiche ambientali. L'obiettivo è insegnare agli studenti come progettare prodotti sostenibili utilizzando materie plastiche riciclate, sottolineando l'innovazione, l'efficienza delle risorse e i principi dell'economia circolare. Concentrandosi sul ciclo di vita dei materiali plastici, questo workshop incoraggia gli studenti a trovare soluzioni pratiche ed ecologiche a problemi del mondo reale.

Steps:

1. Introduzione alla progettazione circolare dei prodotti:

- L'insegnante introduce il concetto di progettazione circolare del prodotto, spiegando come i prodotti possono essere creati tenendo a mente la sostenibilità fin dall'inizio. L'attenzione principale è rivolta all'uso di materiali riciclati (come la plastica) per progettare prodotti che siano durevoli, riutilizzabili e riciclabili alla fine del loro ciclo di vita.
- Segue una discussione sull'importanza dell'eco-design, l'impatto ambientale dei prodotti monouso e come il design circolare possa ridurre al minimo gli sprechi, conservare le risorse e ridurre l'inquinamento. La lezione esplora anche esempi di successo di aziende o start-up che progettano prodotti con plastica riciclata, come mobili realizzati con plastica oceanica o articoli di moda creati da bottiglie di plastica riciclate.

2. Ricerca e brainstorming:

- Gli studenti vengono divisi in piccoli gruppi e incaricati di ricercare prodotti esistenti realizzati con plastica riciclata. Ogni gruppo seleziona un settore o una categoria di prodotto (ad esempio, moda, arredamento, elettronica, attrezzatura sportiva) ed esplora come vengono attualmente utilizzate le plastiche riciclate.
- Sulla base della loro ricerca, gli studenti fanno brainstorming di idee per nuovi prodotti che potrebbero essere creati utilizzando plastica riciclata. Sono incoraggiati a pensare a funzionalità, estetica e sostenibilità. Alcune domande guida includono:
 - Che tipo di plastica riciclata utilizzerai (ad esempio PET, HDPE)?
 - Come reperirai questo materiale (ad esempio, impianti di riciclaggio locali, iniziative di pulizia degli oceani)?
 - Come verrà utilizzato il prodotto e cosa ne sarà al termine del suo ciclo di vita?

3. Progettazione di prodotti sostenibili:

- Ogni gruppo passa alla fase di progettazione del prodotto, dove inizia a disegnare e sviluppare prototipi dei propri prodotti in plastica riciclata. L'attenzione è rivolta alla progettazione di qualcosa che non solo risponda a un'esigenza del consumatore, ma che sia anche ecosostenibile e utilizzi risorse minime.
- L'insegnante guida gli studenti attraverso le basi della progettazione sostenibile dei prodotti, tra cui la



selezione dei materiali, i processi di produzione efficienti dal punto di vista energetico e la progettazione per lo smontaggio (in modo che il prodotto possa essere facilmente riciclato al termine del suo ciclo di vita).

- Per rendere il progetto più coinvolgente, i gruppi possono usare software di modellazione 3D o un modello in cartone/plastica per creare prototipi approssimativi del loro prodotto. Questo passaggio consente agli studenti di pensare in modo pratico alle dimensioni, all'estetica e alla funzionalità dei loro progetti.

4. Approvvigionamento dei materiali e analisi del ciclo di vita:

- Ogni gruppo conduce un'analisi semplificata del ciclo di vita (LCA) del proprio prodotto, tracciando l'impatto ambientale della plastica riciclata dall'estrazione (o raccolta) delle materie prime alla produzione, al trasporto, all'utilizzo e allo smaltimento a fine vita.

- Gli studenti devono considerare come il loro prodotto minimizzerà l'impatto ambientale in tutte le fasi. Ad esempio, il design del prodotto riduce il consumo di energia durante la produzione? Può essere riparato o ricondizionato facilmente? Sarà completamente riciclabile o parti di esso contribuiranno comunque allo spreco?

- L'insegnante aiuta gli studenti a esplorare strumenti LCA online o casi di studio per guidare la loro analisi. Questo passaggio incoraggia gli studenti a pensare in modo olistico alla sostenibilità.

5. Prototipazione e test:

- Se le risorse lo consentono, l'insegnante può organizzare l'uso da parte degli studenti di una stampante 3D con filamento riciclato o di materiali (come vecchi contenitori o imballaggi di plastica) per creare prototipi più raffinati.

- I gruppi testano quindi i loro prototipi per funzionalità e usabilità. Dovrebbero considerare se il loro prodotto è pratico, user-friendly e durevole. Questa fase include anche la rivisitazione del loro design per apportare miglioramenti o modifiche in base al feedback iniziale.

- Se la prototipazione non è possibile, gli studenti possono presentare modelli dettagliati, schizzi o prototipi digitali per illustrare le loro idee di prodotto finale.

6. Presentazione e Marketing:

- Ogni gruppo prepara un'presentazione del pitch per il loro prodotto sostenibile. Devono evidenziare il problema che il loro prodotto risolve, il processo di progettazione, i benefici ambientali dell'uso di plastica riciclata e come il prodotto si inserisce in un modello di economia circolare.

- Gli studenti dovrebbero anche sviluppare un piano di marketing di base, pensando a come convincere i consumatori a scegliere il loro prodotto eco-friendly rispetto ad altri. Ciò include l'identificazione del loro pubblico di riferimento, la discussione dei potenziali prezzi e la spiegazione del valore del prodotto da una prospettiva di sostenibilità.

- Le presentazioni possono essere strutturate come un pitch "Shark Tank", in cui i gruppi presentano le proprie idee ai colleghi (o anche a un gruppo di insegnanti o imprenditori locali), simulando uno scenario di lancio di un prodotto nel mondo reale.

7. Riflessione e discussione:

- Dopo le presentazioni, l'insegnante conduce una sessione di riflessione in cui gli studenti discutono delle sfide affrontate durante il processo di progettazione del prodotto e di ciò che hanno imparato sulla sostenibilità e sulla plastica riciclata.
- Gli studenti possono anche impegnarsi in una discussione critica sui limiti dei prodotti in plastica riciclata. Ad esempio, possono considerare come il riciclaggio della plastica possa a volte contribuire a problemi ambientali (ad esempio, consumo di energia nel processo di riciclaggio, downcycling).
- Il corso esplora i modi per migliorare ulteriormente la sostenibilità dei loro progetti e come potrebbero trasformare le loro idee progettuali in vere e proprie iniziative imprenditoriali.

8. Espansione oltre l'aula:

- Il workshop si conclude con una discussione su come gli studenti possono portare le loro idee di prodotto oltre l'aula. Ciò potrebbe comportare l'esame di programmi imprenditoriali locali, hackathon o competizioni di sostenibilità in cui potrebbero presentare le loro idee a investitori o organizzazioni.
- Gli studenti sono incoraggiati a continuare a pensare alla progettazione di prodotti sostenibili e a come possono applicare questi principi nei loro studi o carriere future. Ciò potrebbe essere collegato a progetti più ampi come la creazione di un "Green Entrepreneurship Club" nella scuola o la partecipazione a iniziative di pulizia e riciclaggio della comunità.

Risultati di apprendimento:

- **Pensiero critico:** Gli studenti sviluppano capacità di problem solving mentre progettano prodotti sostenibili e valutano l'impatto ambientale dei loro progetti.
- **Creatività e innovazione:** Il progetto incoraggia gli studenti a pensare in modo creativo alla progettazione dei prodotti, integrando materiali riciclati nelle loro idee.
- **Consapevolezza ambientale:** Gli studenti acquisiscono una comprensione profonda di come l'uso di plastica riciclata possa contribuire a ridurre gli sprechi e l'inquinamento e di vedere in prima persona i vantaggi di un'economia circolare.
- **Competenze imprenditoriali:** Proponendo le loro idee di prodotto, gli studenti imparano nozioni di marketing, coinvolgimento dei consumatori e le sfide pratiche legate all'immissione sul mercato di un prodotto ecologico.

7.12 Caso di studio 12: creazione di materiale scolastico ecologico da materiali riciclati

Obiettivo:

Questo workshop è progettato per studenti (13-16 anni) per esplorare come oggetti di uso quotidiano come i materiali scolastici possono essere creati utilizzando materiali riciclati, in particolare la plastica. L'obiettivo è aiutare gli studenti a comprendere il valore del riutilizzo e del riciclo dei materiali, mentre si impegnano in un'attività divertente e pratica. Questo progetto si concentra sulla creatività, la sostenibilità e il lavoro di squadra mentre gli studenti progettano e creano materiali scolastici eco-compatibili.

Steps:

1. Introduzione al riciclo creativo e al riciclaggio:



- L'insegnante introduce il concetto di riciclo creativo, ovvero la trasformazione dei materiali di scarto in nuovi prodotti utili, e spiega come il riciclaggio aiuti a ridurre gli sprechi e a preservare le risorse naturali.
- La classe discute l'importanza di ridurre i rifiuti di plastica e di come oggetti di uso quotidiano come i materiali scolastici possano essere realizzati con materiali riciclati. Gli studenti apprendono informazioni sui diversi tipi di plastica (ad esempio, PET, HDPE) e su come questi possano essere riutilizzati per vari usi.

2. Sessione di brainstorming:

- Gli studenti vengono divisi in piccoli gruppi e invitati a fare brainstorming di idee per materiale scolastico ecologico che potrebbe essere realizzato con plastica riciclata o altri materiali di riciclo.
- Esempi di oggetti che possono creare includono portapenne realizzati con bottiglie di plastica, quaderni con copertine realizzate con vecchi imballaggi di plastica o righelli realizzati con fogli di plastica riciclata. L'insegnante incoraggia gli studenti a pensare in modo creativo e a ideare design semplici ma funzionali.

3. Raccolta di materiali:

- Gli studenti hanno il compito di portare da casa materiali riciclabili, come bottiglie di plastica, vecchie cartelle o giocattoli di plastica rotti, che possono essere riutilizzati per il progetto.
- L'insegnante può anche raccogliere materiali in giro per la scuola, come imballaggi di plastica scartati o vecchi materiali, da utilizzare per il laboratorio.

4. Progettazione dei prodotti:

- Una volta raccolti i materiali, gli studenti iniziano a disegnare e pianificare come creeranno i loro materiali scolastici eco-sostenibili. L'insegnante fornisce indicazioni su come tagliare e assemblare in modo sicuro i materiali plastici e dà suggerimenti su come decorare o rinforzare gli articoli per renderli durevoli.
- Questa fase consente agli studenti di mettere in pratica il lavoro di squadra e il design thinking mentre cercano di capire come trasformare i rifiuti in prodotti utili. Sono incoraggiati a concentrarsi sia sulla funzionalità che sull'estetica.

5. Realizzazione del materiale scolastico:

- Gli studenti usano i materiali che hanno raccolto per costruire i loro materiali scolastici. Ad esempio, potrebbero:
 - **Portapenne:** Tagliate la parte superiore delle bottiglie di plastica e decoratele con vernice o ritagli di stoffa.
 - **Quaderni:** Crea copertine per quaderni utilizzando imballaggi di plastica appiattiti o vecchie cartelle di plastica, rilegando le pagine con spago o anelli di metallo riciclato.
 - **Governanti:** Utilizzare vecchi fogli di plastica o imballaggi, tagliandoli in strisce dritte e segnando le misure con pennarelli indelebili.
- L'insegnante fornisce supervisione e istruzioni di sicurezza, assicurandosi che gli studenti utilizzino gli strumenti (forbici, colla, ecc.) con attenzione.

6. Dimostrazione e riflessione:

- Una volta completati i prodotti, gli studenti presentano alla classe i loro materiali scolastici ecosostenibili,

spiegando quali materiali hanno utilizzato e come hanno progettato i loro articoli. Ogni gruppo riflette su come il loro progetto contribuisce a ridurre i rifiuti di plastica e a promuovere la sostenibilità nella vita di tutti i giorni.

○ L'insegnante guida una discussione sugli impatti più ampi del riciclo creativo e su come queste pratiche possano essere applicate nella vita quotidiana, anche al di fuori dell'aula.

7. Opzionale Attività di proseguimento:

○ Per arricchire l'esperienza di apprendimento, gli studenti possono organizzare una mostra a livello scolastico in cui esporre i loro materiali scolastici ecosostenibili, sensibilizzando così la popolazione sul tema dell'inquinamento da plastica e incoraggiando i loro coetanei ad adottare pratiche simili.

○ La classe potrebbe anche collaborare con il club ambientale della scuola o con altre organizzazioni della comunità per organizzare una raccolta di materiali riciclati, raccogliendo oggetti da utilizzare per futuri progetti di riciclo creativo.

Risultati di apprendimento:

• **Apprendimento pratico:** Gli studenti acquisiscono esperienza pratica nella creazione di prodotti utili utilizzando materiali riciclati.

• **Consapevolezza ambientale:** Lavorando con plastica riciclata, gli studenti acquisiscono la consapevolezza di come i materiali di scarto possano essere riutilizzati per ridurre l'inquinamento.

• **Creatività e innovazione:** Il progetto incoraggia gli studenti a pensare in modo creativo a come trasformare i rifiuti in oggetti funzionali.

• **Collaborazione:** Attraverso il lavoro di squadra, gli studenti mettono in pratica le capacità di risoluzione dei problemi e di comunicazione mentre lavorano insieme per completare i loro progetti.

7.13 Caso di studio 13: Sfida del pranzo scolastico senza plastica

Obiettivo:

Questo workshop sfida gli studenti (dai 14 ai 17 anni) a ridurre i rifiuti di plastica monouso progettando e implementando un sistema di pranzo senza plastica nella loro scuola. Questo progetto pratico mira a spiegare agli studenti gli impatti ambientali degli imballaggi in plastica, incoraggiare abitudini di consumo sostenibili e sviluppare soluzioni che possono essere adottate dalla comunità scolastica più ampia.

Passi:

1. Introduzione ai rifiuti di plastica:

○ L'insegnante introduce il problema dell'inquinamento da plastica, concentrandosi sulla quantità di rifiuti generati dalla plastica monouso, in particolare negli imballaggi alimentari.

○ Una breve presentazione illustra come i rifiuti di plastica danneggiano la vita marina, inquinano gli ecosistemi e contribuiscono alle emissioni di gas serra quando vengono inceneriti o lasciati nelle discariche.

○ Agli studenti vengono mostrati esempi di oggetti comuni confezionati in plastica presenti nei pranzi



scolastici (ad esempio, sacchetti di plastica per panini, bevande in bottiglia, posate di plastica) e viene chiesto loro di pensare ad alternative sostenibili.

2. La sfida Plastic-Free:

- L'insegnante presenta la "Plastic-Free Lunch Challenge", in cui gli studenti hanno il compito di creare e adottare alternative senza plastica per i loro pranzi scolastici nel corso di una settimana.
- L'obiettivo è ridurre o eliminare l'uso della plastica monouso durante la pausa pranzo e incoraggiare altri membri della scuola ad aderire all'iniziativa.

3. Ricerca di alternative:

- In piccoli gruppi, gli studenti ricercano alternative sostenibili ai comuni articoli in plastica utilizzati nei pranzi scolastici, come:
 - Contenitori riutilizzabili per il pranzo al posto di sacchetti di plastica o pellicola trasparente.
 - Posate in acciaio inossidabile o bambù al posto di forchette e coltelli di plastica usa e getta.
 - Bottiglie d'acqua ricaricabili al posto delle bottiglie di plastica monouso.
 - Tovaglioli di stoffa o pellicole di cera d'api riutilizzabili per conservare gli alimenti.
- Ogni gruppo è tenuto a presentare alla classe i risultati delle proprie ricerche, compresi i benefici ambientali derivanti dall'utilizzo di queste alternative e le eventuali sfide che prevedono nella loro implementazione.

4. Progettare un sistema di pranzo senza plastica:

- Dopo aver ricercato alternative, gli studenti lavorano in team per progettare un sistema di pranzo senza plastica per la scuola. Questo potrebbe includere:
 - Incoraggiare gli studenti a preparare il pranzo al sacco utilizzando contenitori riutilizzabili.
 - Proporre modifiche alla mensa scolastica per ridurre o eliminare gli imballaggi in plastica.
 - Elaborare un piano per informare il resto della scuola sui vantaggi dei pranzi senza plastica.
- I team si confrontano su idee per rendere la transizione il più semplice possibile per studenti, personale e genitori, affrontando potenziali sfide quali costi, praticità e cambiamento delle abitudini.

5. Settimana pilota – Pranzi senza plastica:

- La sfida ha inizio! Per una settimana, gli studenti partecipanti si impegnano a portare pranzi plastic-free a scuola. Documentano le loro esperienze ogni giorno, annotando le difficoltà che incontrano o le soluzioni che trovano.
- Durante questo periodo, l'insegnante può incoraggiare discussioni in classe sulle esperienze e le sfide del diventare plastic-free. Gli studenti possono condividere suggerimenti, fornire incoraggiamento e risolvere i problemi in gruppo.
- La classe può anche effettuare verifiche giornaliere dei rifiuti, misurando la riduzione dei rifiuti di plastica



generati dai pranzi prima e dopo la sfida.

6. Valutazione dei risultati:

- Dopo la settimana pilota, gli studenti analizzano i risultati della sfida. Possono usare i dati degli audit sui rifiuti per quantificare la quantità di rifiuti di plastica ridotti.
- L'insegnante conduce una sessione di riflessione in cui gli studenti discutono di cosa ha funzionato, cosa non ha funzionato e come il progetto potrebbe essere migliorato o ampliato. Le domande per la riflessione potrebbero includere:
 - Quali sono stati gli aspetti più difficili del passaggio a un approccio plastic-free?
 - Quali alternative hanno avuto più successo?
 - Come possiamo incoraggiare il resto della scuola ad adottare questi cambiamenti?
- I team presentano alla classe le loro scoperte e i loro suggerimenti per future iniziative plastic-free.

7. Ampliare l'impatto:

- Gli studenti sono incoraggiati a portare il loro progetto oltre l'aula proponendo iniziative a livello scolastico per ridurre i rifiuti di plastica. Ciò potrebbe includere:
 - Avviare una campagna scolastica per incoraggiare tutti gli studenti a portare pranzi senza plastica.
 - Collaborare con la mensa scolastica per offrire più prodotti plastic-free per opzioni alimentari o eliminando la plastica monouso dalla zona ristorazione.
 - Creazione di poster, video o presentazioni per sensibilizzare sul tema dell'inquinamento da plastica e promuovere alternative sostenibili.
- Come obiettivo a lungo termine, gli studenti possono proporre di organizzare una "Giornata senza plastica" una volta al mese, in cui l'intera comunità scolastica viene sfidata a rinunciare alla plastica monouso per un giorno.

8. Opzionale Attività di estensione:

- Gli studenti possono collaborare con organizzazioni ambientaliste locali o con la gestione dei rifiuti della città per invitare relatori ospiti o organizzare una visita a un impianto di riciclaggio. Ciò fornirebbe una comprensione più approfondita di dove vanno a finire i rifiuti di plastica e delle sfide della loro gestione.
- Un'ulteriore estensione potrebbe essere la creazione di un programma scolastico di compostaggio per i rifiuti organici alimentari, riducendo ulteriormente l'impatto ambientale dei pranzi.

Risultati di apprendimento:

- **Pensiero critico:** Gli studenti valutano l'impatto ambientale delle loro abitudini di consumo quotidiane e trovano soluzioni pratiche per ridurre gli sprechi.
- **Consapevolezza ambientale:** Il progetto sensibilizza sull'inquinamento causato dalla plastica e incoraggia gli studenti ad adottare pratiche sostenibili.

- **Collaborazione:** Lavorando insieme per progettare e implementare soluzioni, gli studenti migliorano le loro capacità di lavoro di squadra e di risoluzione dei problemi.
- **Applicazione nel mondo reale:** La sfida aiuta gli studenti a vedere come le loro azioni individuali possono contribuire a obiettivi ambientali più ampi, come la riduzione dei rifiuti di plastica e la conservazione delle risorse.

7.14 Caso di studio 14: Riciclo creativo con Rifiuti di plastica nei progetti artistici scolastici

Obiettivo:

Questo studio di caso incoraggia gli studenti a esplorare modi creativi per riutilizzare i rifiuti di plastica attraverso l'upcycling. L'obiettivo è trasformare i materiali di plastica scartati in opere d'arte, insegnando agli studenti la sostenibilità, la riduzione dei rifiuti e il potenziale creativo del riciclaggio. Questa attività pratica promuove la consapevolezza ambientale, coinvolgendo gli studenti nell'espressione artistica.

Steps:

1. Introduzione ai rifiuti di plastica e al riciclo creativo:

- L'insegnante inizia discutendo le problematiche ambientali legate ai rifiuti di plastica, concentrandosi in particolare sul tempo impiegato dalla plastica per decomporsi e sui suoi effetti dannosi sulla fauna selvatica e sugli ecosistemi.
- Agli studenti viene presentato il concetto di upcycling, ovvero la trasformazione di materiali di scarto in nuovi prodotti di maggior valore. A differenza del riciclaggio, che spesso declassa i materiali, l'upcycling aggiunge valore creativo o funzionale agli articoli scartati.
- L'insegnante fornisce esempi di arte plastica riciclata provenienti da tutto il mondo, tra cui sculture, installazioni e oggetti di uso quotidiano realizzati con bottiglie di plastica, tappi, imballaggi e altri materiali di scarto.

2. Raccolta dei rifiuti di plastica:

- Per una settimana, gli studenti hanno il compito di raccogliere rifiuti di plastica puliti da casa e da scuola, come bottiglie di plastica, tappi, sacchetti e contenitori per alimenti.
- Come classe, conducono un audit dei rifiuti, analizzando i tipi di plastica raccolti e discutendo quali oggetti potrebbero essere utilizzati per i loro progetti artistici. Questo audit aiuterà anche gli studenti a comprendere la portata dei rifiuti di plastica prodotti nella loro vita quotidiana.

3. Sessione di brainstorming – Sviluppo del concetto:

- Gli studenti lavorano in piccoli gruppi per fare brainstorming di idee su come trasformare i rifiuti di plastica in arte. L'insegnante incoraggia gli studenti a pensare in modo creativo a come i materiali possono essere riutilizzati. Esempi potrebbero includere:
 - Una scultura realizzata interamente con bottiglie e tappi di plastica.
 - Un murale realizzato utilizzando imballaggi di plastica colorati.



- Un oggetto funzionale, come un paralume o un mobile, ricavato da rifiuti di plastica.
- Ogni gruppo presenta il loro concetto alla classe, delineando i materiali che intendono utilizzare, il messaggio dietro la loro opera d'arte e il problema ambientale che affronta (ad esempio, l'inquinamento da plastica negli oceani, l'impatto della plastica monouso).

4. **Progettazione e Creazione di opere d'arte:**

- Nel corso di diverse sessioni, gli studenti iniziano a costruire le loro opere d'arte riciclate. L'insegnante fornisce indicazioni sulle tecniche per tagliare, incollare e assemblare materiali plastici in modo sicuro.
- L'insegnante incoraggia gli studenti a esplorare diverse texture, colori e forme nei loro progetti, riflettendo anche sul messaggio ambientale che la loro opera d'arte trasmette.
- Gli studenti sono liberi di sperimentare con diversi materiali di scarto in plastica, con l'obiettivo di evidenziare la versatilità della plastica e dimostrare come qualcosa considerato "rifiuto" possa essere trasformato in qualcosa di significativo.

5. **Riflessione sull'impatto ambientale:**

- Durante il processo di creazione, gli studenti discutono di come i loro progetti si collegano a questioni ambientali più ampie. Riflettono su domande come:
 - In che modo questa opera d'arte contribuisce a sensibilizzare sul tema dell'inquinamento causato dalla plastica?
 - Quale messaggio vogliamo che gli spettatori traggano da questo progetto?
 - In che modo l'upcycling può contribuire a ridurre gli sprechi nella vita di tutti i giorni?
- L'insegnante promuove discussioni di gruppo sull'importanza di riconsiderare le abitudini di consumo e su come soluzioni creative possano avere un impatto positivo sull'ambiente.

6. **Mostra di Arte Riciclata:**

- Una volta completati, gli studenti organizzano una mostra dei loro pezzi d'arte riciclati all'interno della scuola. La mostra può essere esposta in aree comuni come la mensa o la biblioteca, dove la comunità scolastica più ampia può visionare i progetti.
- Ogni gruppo prepara una breve spiegazione della propria opera d'arte, inclusi i tipi di plastica utilizzati, il processo creativo e il messaggio ambientale dietro il loro progetto. Queste spiegazioni vengono visualizzate insieme all'opera d'arte per educare gli spettatori sui rifiuti di plastica e sull'importanza della sostenibilità.
- La mostra potrebbe anche includere statistiche sui rifiuti di plastica e sull'inquinamento, fornendo un contesto per l'importanza dei progetti degli studenti.

7. **Estensione facoltativa – Campagna di Sensibilizzazione del pubblico:**

- Come estensione, gli studenti potrebbero trasformare la loro mostra d'arte in una campagna di sensibilizzazione pubblica sull'inquinamento da plastica. Ciò potrebbe comportare la creazione di post sui social media, video o poster che documentino il processo di upcycling e promuovano l'idea di ridurre i rifiuti

di plastica attraverso il riutilizzo creativo.

○ Gli studenti possono condividere la loro campagna con la comunità locale, collaborando eventualmente con organizzazioni ambientaliste per ampliare la portata del loro messaggio.

8. Riflessione e debriefing:

○ Dopo la mostra, la classe si riunisce per riflettere sul progetto. L'insegnante chiede agli studenti di condividere le loro esperienze, le sfide e ciò che hanno imparato sui rifiuti di plastica e sull'upcycling.

○ Gli studenti discutono i potenziali benefici a lungo termine del riciclo creativo nella riduzione dei rifiuti di plastica e come possono continuare ad applicare questi principi nella loro vita quotidiana.

Risultati di apprendimento:

• **Creatività e innovazione:** Gli studenti sviluppano la loro creatività trasformando i rifiuti in arte e imparando a vedere il potenziale dei materiali scartati.

• **Consapevolezza ambientale:** Lavorando con i rifiuti di plastica, gli studenti acquisiscono una comprensione più approfondita dell'impatto ambientale della plastica monouso e dell'importanza della sostenibilità.

• **Collaborazione:** Il progetto promuove il lavoro di squadra e la comunicazione mentre gli studenti lavorano in gruppo per creare le loro opere d'arte.

• **Impegno della comunità:** La mostra pubblica sensibilizza la scuola e potenzialmente la comunità in senso più ampio sull'inquinamento causato dalla plastica e sul valore del riciclo creativo.

• **Pensiero critico:** Gli studenti riflettono su come il loro lavoro creativo possa contribuire a trovare soluzioni ambientali e considerano come l'arte possa essere uno strumento di sensibilizzazione e cambiamento.

7.15 Caso di studio 15: progettazione di prodotti eco-compatibili utilizzando plastica riciclata

Obiettivo:

In questo studio di caso, gli studenti di età compresa tra 16 e 18 anni progetteranno e faranno prototipi prodotti ecosostenibili utilizzando materiali plastici riciclati. L'obiettivo è che gli studenti imparino le sfide e le opportunità della progettazione sostenibile prodotti che riducono i rifiuti di plastica. Questa attività pratica incoraggia la creatività, la risoluzione dei problemi e la responsabilità ambientale, aiutando gli studenti a comprendere come il design del prodotto possa contribuire alla sostenibilità.

Steps:

1. Introduzione all'eco-design e ai prodotti sostenibili:

○ L'insegnante inizia introducendo il concetto di eco-design, che implica la creazione di prodotti con un impatto ambientale minimo. La discussione include esempi di aziende che hanno utilizzato con successo materiali riciclati per creare prodotti sostenibili, come scarpe realizzate con plastica oceanica o mobili realizzati con bottiglie di plastica riciclate.



○ Gli studenti apprendono il ciclo di vita dei prodotti in plastica, dall'estrazione delle materie prime allo smaltimento a fine vita, e l'impatto ambientale dei rifiuti di plastica. L'insegnante sottolinea l'importanza di progettare prodotti che utilizzino materiali riciclati e siano biodegradabili, riutilizzabili o facilmente riciclabili.

2. Ricerca sulla plastica riciclata e i suoi utilizzi:

○ Gli studenti conducono ricerche su diversi tipi di plastica riciclata e sulle loro proprietà. Esplorano quali tipi di plastica possono essere riutilizzati in vari settori (ad esempio, PET per imballaggi, HDPE per beni durevoli, LDPE per articoli flessibili).

○ La ricerca comprende l'identificazione di prodotti già presenti sul mercato che incorporano plastica riciclata e l'analisi del modo in cui questi prodotti contribuiscono alla riduzione dei rifiuti.

○ L'insegnante incoraggia gli studenti a considerare i limiti dell'uso della plastica riciclata, come la ridotta resistenza o qualità del materiale, e come queste sfide possano essere affrontate nel processo di progettazione.

3. Brainstorming di idee per prodotti eco-compatibili:

○ In gruppi, gli studenti fanno brainstorming su idee di prodotti che potrebbero essere realizzati con plastica riciclata. Sono incoraggiati a pensare ad articoli di uso quotidiano che potrebbero trarre vantaggio da un design sostenibile, come:

- Bottiglie o contenitori per l'acqua riutilizzabili.
- Mobili o articoli di arredamento per la casa.
- Materiale scolastico (ad esempio zaini, astucci, righelli).
- Accessori moda (ad esempio cinture, portafogli, occhiali da sole).

○ L'insegnante guida gli studenti a considerare l'aspetto pratico delle loro idee di prodotto, come la disponibilità dei materiali, il pubblico di riferimento e l'impatto ambientale della produzione.

4. Progettazione e prototipazione del prodotto:

○ Gli studenti creano schizzi iniziali o progetti digitali dei loro prodotti eco-compatibili, specificando in che modo saranno incorporate le plastiche riciclate. Specificano il tipo di plastica da utilizzare e delineano come il prodotto sarà fabbricato in modo sostenibile.

○ Se possibile, l'insegnante fornisce l'accesso alla tecnologia di stampa 3D o ad altri strumenti di prototipazione che possono funzionare con plastiche riciclate, consentendo agli studenti di creare modelli fisici dei loro progetti. In alternativa, gli studenti possono creare modello utilizzando altri materiali per rappresentare il prodotto finale.

○ Durante il processo di progettazione, gli studenti sono incoraggiati a riflettere su come i loro prodotti possano essere smontati o riciclati al termine del loro ciclo di vita, rafforzando i principi dell'economia circolare appresi.

5. Analisi di Sostenibilità:



- Una volta completati i design dei loro prodotti, gli studenti conducono un'analisi di sostenibilità dei loro design. Valutano:
 - I vantaggi ambientali derivanti dall'utilizzo di plastica riciclata.
 - La durabilità del prodotto e il suo potenziale riutilizzo.
 - La facilità di riciclaggio o smaltimento al termine del ciclo di vita del prodotto.
 - L'energia necessaria per produrre il prodotto.
- Ogni gruppo presenta alla classe la propria analisi di sostenibilità, spiegando in che modo il proprio prodotto contribuisce a ridurre i rifiuti di plastica ed è in linea con i principi di eco-design.

6. Presentazione e feedback:

- I gruppi presentano i loro progetti di prodotto alla classe, mostrando i loro prototipi (fisici o digitali) e spiegando il loro processo creativo. Le presentazioni includono una discussione su come hanno reperito la plastica riciclata, i benefici ambientali del loro prodotto e le sfide che hanno dovuto affrontare durante la fase di progettazione.
- L'insegnante e i compagni di classe forniscono un feedback su ogni progetto, concentrandosi su quanto i prodotti raggiungano gli obiettivi di sostenibilità e su come potrebbero essere migliorati per ridurre ulteriormente l'impatto ambientale.

7. Estensione: Marketing e Branding per Prodotti Sostenibili:

- Come estensione del progetto, gli studenti sviluppano strategie di marketing per i loro prodotti eco-compatibili. Considerano come posizionare i loro prodotti sul mercato come alternative sostenibili agli articoli convenzionali. Gli studenti creano nomi di prodotti, loghi e campagne pubblicitarie che evidenziano i benefici ambientali dei loro design.
- L'insegnante incoraggia gli studenti a riflettere su come comunicare il valore della sostenibilità ai consumatori e su come differenziare i propri prodotti in un mercato sempre più eco-consapevole.

8. Riflessione e discussione:

- Dopo aver completato il progetto, gli studenti riflettono sull'esperienza di progettazione di prodotti eco-compatibili. L'insegnante guida una discussione in classe sull'importanza della sostenibilità nella progettazione e produzione dei prodotti, chiedendo agli studenti di considerare:
 - Quali sfide hai incontrato lavorando con materiali riciclati?
 - In che modo il design dei prodotti può contribuire a risolvere la crisi globale dei rifiuti di plastica?
 - Cosa si può fare per rendere i prodotti sostenibili più accessibili e convenienti per i consumatori?
- Il corso discute anche di come queste competenze di ricerca, progettazione e risoluzione dei problemi possano essere applicate alle sfide concrete della sostenibilità in altri settori.

Risultati di apprendimento:

- **Design e innovazione:** Gli studenti sviluppano capacità di design thinking creando soluzioni pratiche

alle sfide ambientali attraverso lo sviluppo di prodotti sostenibili.

- **Consapevolezza ambientale:** Lavorando con materiali riciclati, gli studenti acquisiscono una comprensione più approfondita del ciclo di vita dei prodotti in plastica e dell'importanza di ridurre i rifiuti.
- **Collaborazione e comunicazione:** Il lavoro di gruppo favorisce il lavoro di squadra e le presentazioni finali consentono agli studenti di mettere in pratica le proprie capacità comunicative e persuasive.
- **Pensiero critico:** Attraverso l'analisi della sostenibilità, gli studenti imparano a valutare criticamente l'impatto ambientale delle scelte di progettazione dei prodotti.

7.16 Caso Studio 16: Creare arte da rifiuti di plastica riciclata

Obiettivo:

Questo studio di caso coinvolge gli studenti nella trasformazione di rifiuti di plastica riciclata in opere d'arte creative. L'obiettivo è aumentare la consapevolezza sull'inquinamento da plastica consentendo agli studenti di esprimersi artisticamente. Questo progetto incoraggia gli studenti a vedere i materiali di scarto non solo come problemi ambientali, ma anche come risorse creative che possono essere riutilizzate per un impatto positivo.

Step:

1. Introduzione all'inquinamento plastico e all'arte:

- L'insegnante inizia discutendo del problema globale dell'inquinamento da plastica, concentrandosi in particolare su quanta parte dei rifiuti di plastica che finiscono nelle discariche o negli oceani potrebbe essere riutilizzata. Gli studenti esplorano l'idea che la plastica può essere sia dannosa che utile, a seconda di come viene gestita.
- Gli studenti vengono introdotti al concetto di "upcycling", in cui i materiali di scarto vengono riutilizzati per creare prodotti di maggior valore. Vengono mostrati esempi di artisti che creano sculture, installazioni o oggetti di uso quotidiano da plastica riciclata per ispirare gli studenti. Vengono evidenziati artisti come El Anatsui o Aurora Robson, noti per aver trasformato i rifiuti di plastica in opere d'arte stimolanti.

2. Raccolta dei rifiuti di plastica:

- Gli studenti hanno il compito di raccogliere vari tipi di rifiuti di plastica pulita dalle loro case, comunità o scuole. Ciò potrebbe includere bottiglie di plastica, tappi, contenitori e sacchetti. Sono incoraggiati a separare i materiali per tipo (PET, HDPE, ecc.) e colore, poiché ciò aiuterà nel processo di progettazione.
- Come parte di questa fase, l'insegnante discute i diversi tipi di plastica e i simboli di riciclaggio ad essi associati. Gli studenti apprendono il processo di riciclaggio e le sfide del riciclaggio di determinati tipi di plastica.

3. Brainstorming su Concetti di arte:

- In gruppi o individualmente, gli studenti fanno brainstorming di idee per i loro progetti di arte plastica. Possono creare sculture, arazzi, installazioni o persino arte funzionale come mobili o articoli di moda (ad esempio, gioielli o accessori di abbigliamento). L'obiettivo è che gli studenti trasformino i rifiuti di plastica in qualcosa di esteticamente gradevole o significativo.

○ L'insegnante incoraggia gli studenti a pensare a come la loro arte possa comunicare un messaggio sull'inquinamento da plastica o sulla sostenibilità ambientale. Ad esempio, alcuni potrebbero creare una scultura di animali marini impigliati nella plastica per evidenziare i pericoli della plastica nell'oceano, mentre altri potrebbero concentrarsi sulla bellezza e sulla creatività attraverso disegni astratti.

4. Progettazione e pianificazione:

○ Gli studenti abbozzano le loro idee e pianificano come costruiranno la loro opera d'arte usando i rifiuti di plastica che hanno raccolto. Devono decidere le dimensioni, la struttura e qualsiasi materiale aggiuntivo di cui potrebbero aver bisogno (ad esempio, colla, spago o cornici) per mettere insieme i loro pezzi.

○ L'insegnante incoraggia gli studenti a pensare alla stabilità e alla durevolezza dei loro progetti, soprattutto se hanno intenzione di creare pezzi più grandi o più complessi. La sostenibilità dovrebbe essere una considerazione chiave nelle loro decisioni di progettazione, con un'attenzione alla riduzione al minimo dell'uso di materiali non riciclati.

5. Creare l'arte:

○ Nel corso di diverse sessioni, gli studenti iniziano a costruire i loro pezzi. Tagliano, modellano e assemblano i materiali di scarto in plastica in base ai loro piani di progettazione. A seconda della complessità del progetto, gli studenti potrebbero dover usare strumenti come forbici, pistole per colla o tronchesi per lavorare con la plastica.

○ L'insegnante aiuta gli studenti a risolvere problemi tecnici e si assicura che vengano adottate le misure di sicurezza quando si maneggiano utensili o bordi affilati in plastica.

6. Presentazione ed esposizione:

○ Una volta completate, le studentesse presentano le loro opere d'arte alla classe, spiegando il concetto alla base delle loro creazioni e come sono stati reperiti i materiali utilizzati. Riflettono sul processo di trasformazione dei rifiuti in arte e su cosa hanno imparato sull'inquinamento da plastica attraverso questo progetto.

○ L'insegnante può organizzare una piccola mostra o una passeggiata in galleria all'interno della scuola, dove le opere d'arte vengono esposte per essere visionate da altri studenti e insegnanti. Ogni opera è accompagnata da una breve dichiarazione dell'artista che descrive il messaggio che lo studente intendeva trasmettere sui rifiuti di plastica e sulla sostenibilità.

7. Riflessione e discussione di gruppo:

○ Dopo la presentazione, la classe tiene una discussione sull'esperienza. Agli studenti viene chiesto di riflettere sulle seguenti domande:

- In che modo lavorare con la plastica riciclata ha cambiato la tua prospettiva sui rifiuti e sui materiali?
- Quale messaggio comunica la tua opera sull'inquinamento causato dalla plastica?
- In che modo l'arte può essere utilizzata come strumento di sensibilizzazione e attivismo ambientale?

○ L'insegnante può anche presentare esempi di installazioni artistiche pubbliche realizzate con materiali riciclati e discutere il ruolo degli artisti nel promuovere il cambiamento sociale attraverso la consapevolezza



ambientale.

8. Estensione: Creazione di una campagna sui social media:

- Come attività di estensione, gli studenti possono lavorare insieme per creare una campagna sui social media per aumentare la consapevolezza sull'inquinamento da plastica usando le loro opere d'arte. Possono scattare foto o registrare video delle loro opere e sviluppare post o brevi video che spieghino il problema dei rifiuti di plastica e come il riutilizzo creativo possa essere parte della soluzione.
- La campagna può essere condivisa sulle piattaforme dei social media della scuola o nella newsletter scolastica, raggiungendo un pubblico più vasto e promuovendo l'importanza del riciclaggio e della sostenibilità nella comunità.

Risultati di apprendimento:

- **Pensiero creativo:** Gli studenti esplorano la propria creatività trasformando materiali di scarto in arte espressiva, imparando a pensare fuori dagli schemi quando si tratta di risolvere i problemi.
- **Consapevolezza ambientale:** Attraverso l'interazione pratica con rifiuti di plastica, gli studenti sviluppano una comprensione più approfondita dell'impatto ambientale della plastica e dell'importanza di pratiche sostenibili.
- **Collaborazione e comunicazione:** Il progetto incoraggia il lavoro di squadra e la fase di presentazione ed esposizione aiuta gli studenti a mettere in pratica le proprie capacità comunicative, condividendo le proprie idee e sensibilizzando gli altri.
- **L'arte come attivismo:** Gli studenti scoprono come l'arte possa essere un potente strumento per comunicare importanti questioni sociali e ambientali, contribuendo a dibattiti più ampi sulla sostenibilità.

7.17 Caso di studio 17: progettazione di prodotti eco-compatibili da plastica riciclata utilizzando il design thinking

Obiettivo:

Questo studio avanzato di caso sfida gli studenti ad assumere il ruolo di eco-innovatori, utilizzando rifiuti di plastica riciclata per progettare un nuovo prodotto eco-compatibile. Applicheranno i principi del design thinking, una metodologia innovativa di risoluzione dei problemi che incoraggia la creatività e la progettazione incentrata sull'uomo. Questo progetto non solo affronta l'inquinamento da plastica, ma promuove anche lo sviluppo di prodotti sostenibili e l'imprenditorialità.

Step:

1. Introduzione all'eco-design e al design thinking:

- L'insegnante inizia introducendo gli studenti al concetto di eco-design, in cui i prodotti vengono creati con un impatto ambientale minimo durante tutto il loro ciclo di vita. La classe discute di come oggetti di uso quotidiano come bottiglie d'acqua, imballaggi o mobili possano essere riprogettati per ridurre gli sprechi, utilizzare materiali riciclati e ridurre il consumo di energia durante la produzione.

o Successivamente, l'insegnante introduce il design thinking, spiegando le cinque fasi chiave: Empatizzare, Definire, Ideare, Prototipo e Test. Gli studenti seguiranno questo processo per sviluppare i loro prodotti eco-friendly.

2. Fase 1: Empatizzare – Identificare i problemi del mondo reale:

o Agli studenti viene chiesto di considerare le sfide del mondo reale relative ai rifiuti di plastica e alla sostenibilità. L'insegnante guida una sessione di brainstorming per aiutare gli studenti a pensare a prodotti o oggetti di uso quotidiano che generano rifiuti di plastica. Gli studenti sono incoraggiati a ricercare e intervistare coetanei, insegnanti o membri della comunità per identificare problemi specifici che potrebbero essere risolti utilizzando materiali riciclati.

o Domande come "Quali problemi si riscontrano con la plastica monouso?" o "Quali prodotti potrebbero essere riprogettati per essere più sostenibili?" aiuteranno a generare intuizione ed empatia per il punto di vista dell'utente.

3. Fase 2: Definire – Inquadrare il problema:

o Una volta che gli studenti hanno raccolto le idee, lavorano in piccoli gruppi per definire una chiara dichiarazione del problema. Questa dichiarazione guiderà il resto del processo di progettazione. Ad esempio, un gruppo potrebbe formulare il problema come: "Come potremmo creare una soluzione di imballaggio ecologica che riduca gli sprechi di plastica dal cibo da asporto?"

o L'insegnante aiuta gli studenti a restringere il campo d'azione, assicurandosi che il loro problema sia specifico, attuabile e collegato a problemi ambientali reali.

4. Fase 3: Ideazione – Generazione di soluzioni creative:

o In questa fase, gli studenti fanno brainstorming di più idee per prodotti eco-compatibili che affrontino il problema definito. Utilizzando materiali come post-it, schizzi o strumenti digitali, esplorano vari design e funzionalità. L'attenzione è rivolta a pensare in grande e a trovare soluzioni audaci e innovative.

o L'insegnante incoraggia gli studenti a pensare oltre l'uso convenzionale della plastica riciclata, esplorando come le proprietà del materiale (flessibilità, durata, ecc.) potrebbero essere sfruttate in modi creativi. Ad esempio, gli studenti potrebbero proporre di progettare mobili modulari che si incastrano insieme utilizzando componenti in plastica riciclata, o di creare un'alternativa in plastica biodegradabile che incorpori rifiuti organici.

o Considerano anche lo scenario di fine vita dei loro prodotti, assicurandosi che possano essere riciclati, riutilizzati o compostati senza danneggiare l'ambiente.

5. Fase 4: Prototipo – Costruzione di un modello:

o Gli studenti passano dal concetto alla creazione costruendo semplici prototipi del loro prodotto eco-friendly. Utilizzano plastiche riciclate che hanno raccolto, insieme ad altri materiali come cartone, argilla o stampa 3D, ove disponibili. L'obiettivo è creare un modello tangibile che dimostri come funzionerebbe il loro prodotto.

o L'insegnante fornisce indicazioni su come usare efficacemente i materiali riciclati. Ad esempio, gli



studenti possono fondere tappi di bottiglie di plastica per creare nuove forme o stampi, oppure possono riutilizzare contenitori di plastica più grandi per formare la base del loro prodotto.

○ Questa fase enfatizza la sperimentazione. I prototipi non devono essere perfetti; l'obiettivo è dare vita all'idea in un modo che consenta feedback e iterazione.

6. Fase 5: Test – Presentazione e ricezione del feedback:

○ Una volta che i prototipi sono pronti, gli studenti presentano i loro progetti alla classe o a un gruppo di "utenti", che potrebbe includere altri insegnanti o membri della comunità. Spiegano il problema che intendevano risolvere, come hanno applicato i principi di eco-design e perché il loro prodotto è ecosostenibile.

○ L'insegnante facilita una sessione di feedback in cui il pubblico fornisce critiche costruttive sulla fattibilità, la progettazione e l'impatto ambientale del prodotto. Gli studenti possono quindi perfezionare i loro prototipi in base a questo feedback, apportando miglioramenti che avvicinano i loro progetti all'applicabilità nel mondo reale.

7. Discussione sul modello di business e sull'imprenditorialità:

○ Dopo aver rifinito i loro prototipi, gli studenti vengono introdotti al concetto di imprenditoria verde. L'insegnante spiega come i prodotti eco-compatibili possono essere immessi sul mercato, concentrandosi sul potenziale di avvio di attività sostenibili che affrontino questioni ambientali.

○ Gli studenti fanno brainstorming su come potrebbero commercializzare e vendere il loro prodotto. Considerano il branding, il prezzo e come comunicare i benefici ambientali ai potenziali clienti. Questa parte del case study è mirata a stimolare il pensiero imprenditoriale e ad aiutare gli studenti a vedere il potenziale aziendale dell'innovazione sostenibile.

8. Mostra e riflessione:

○ Per concludere il progetto, l'insegnante organizza una "Eco Innovation Expo" in cui tutti i gruppi di studenti espongono i loro prototipi. La mostra è aperta ad altri studenti e docenti, incoraggiando un più ampio coinvolgimento della scuola nella consapevolezza ambientale.

○ Agli studenti viene chiesto di riflettere sulle loro esperienze in una discussione di gruppo o in compiti scritti individuali. Essi considerano domande come:

- Cosa hai imparato attraverso questo processo sulla progettazione sostenibile dei prodotti?
- In che modo l'eco-innovazione può cambiare il nostro modo di pensare ai rifiuti e ai consumi?
- Quali sfide hai dovuto affrontare e come le hai superate?

○ Questa riflessione incoraggia gli studenti a pensare in modo critico al ruolo del design e dell'imprenditorialità nella risoluzione dei problemi ambientali.

Risultati di apprendimento:

- **Abilità nel pensare il Design:** Gli studenti imparano ad applicare il design thinking per affrontare in modo creativo e sistematico problemi ambientali complessi.



- **Eco-Innovazione:** Gli studenti sviluppano una comprensione pratica dei principi dell'ecodesign e di come questi possano essere utilizzati per ridurre l'impatto ambientale.
- **Mentalità imprenditoriale:** Il progetto promuove il pensiero imprenditoriale stimolando gli studenti a progettare e commercializzare prodotti sostenibili che affrontino problemi del mondo reale.
- **Collaborazione e risoluzione dei problemi:** Lavorando in team, gli studenti migliorano le loro capacità di collaborazione risolvendo sfide legate alla progettazione del prodotto e alla sostenibilità.
- **Pensiero critico:** La natura iterativa del progetto incoraggia gli studenti a pensare in modo critico, ad affinare le proprie idee in base al feedback e a migliorare i propri progetti per una migliore funzionalità e sostenibilità.

7.18 Approcci alternativi alla valutazione dei risultati di apprendimento

Gli approcci alternativi alla valutazione dei risultati di apprendimento hanno guadagnato una notevole trazione, in particolare man mano che i limiti dei metodi tradizionali come i quiz di fine modulo e i test standardizzati diventano più evidenti. Le valutazioni tradizionali tendono a concentrarsi sulla memorizzazione e sul richiamo, spesso non riuscendo a catturare livelli più profondi di comprensione o l'applicazione della conoscenza a problemi del mondo reale. Al contrario, i metodi di valutazione alternativi, come le valutazioni cognitive, le valutazioni basate sulle prestazioni e i portfolio, offrono modi più olistici e autentici per misurare l'apprendimento e lo sviluppo degli studenti (Reeves, 2000). Uno dei principali vantaggi delle valutazioni alternative è la loro capacità di valutare capacità di pensiero di ordine superiore, come il pensiero critico, la risoluzione dei problemi e la creatività, in contesti complessi e realistici. Questi metodi consentono agli educatori di valutare non solo ciò che gli studenti fanno, ma anche come applicano le loro conoscenze in scenari pratici, spesso interdisciplinari. Le valutazioni cognitive, ad esempio, sono progettate per misurare la comprensione osservando come gli studenti elaborano e utilizzano le informazioni, mentre le valutazioni basate sulle prestazioni consentono agli studenti di dimostrare le loro competenze in attività del mondo reale (Reeves, 2000). Questo spostamento verso l'applicazione pratica è particolarmente importante per promuovere competenze del 21° secolo come collaborazione, metacognizione e motivazione, che sono sempre più riconosciute come essenziali per il successo sia in ambito accademico che professionale (Lai & Viering, 2012). Inoltre, gli ambienti di apprendimento digitali e online hanno reso più facile implementare queste valutazioni alternative. Tecnologie come i sistemi di risposta degli studenti, gli e-portfolio e le valutazioni tra pari online forniscono flussi di dati approfonditi che possono offrire approfondimenti sull'apprendimento degli studenti mentre avviene. Ad esempio, i framework di progettazione incentrati sulle prove (ECD) consentono agli educatori di collegare sistematicamente i modelli di apprendimento ad azioni e rubriche osservabili, creando un quadro più dettagliato dei progressi degli studenti (Shaffer et al., 2009). Questo tipo di valutazione continua e formativa è più in linea con gli obiettivi educativi moderni, poiché incoraggia la riflessione continua, l'autovalutazione e la collaborazione tra pari. I portfolio, ad esempio, danno agli studenti l'opportunità di compilare e riflettere sul loro lavoro nel tempo, mostrando la loro crescita e sviluppo attraverso varie dimensioni di apprendimento. Questi portfolio possono includere lavori scritti, progetti multimediali e altri artefatti che rappresentano i progressi di uno studente. In questo modo, i portfolio aiutano a colmare il divario tra conoscenza teorica e applicazione pratica, consentendo agli studenti di interagire con il materiale in modo più significativo e integrativo (Reeves, 2000). Anche le valutazioni delle prestazioni, come progetti di gruppo, presentazioni e casi di studio, stanno diventando più popolari. Questi tipi di valutazioni richiedono



agli studenti di lavorare in modo collaborativo, risolvere problemi del mondo reale e presentare le loro scoperte, promuovendo così competenze trasversali essenziali come comunicazione, lavoro di squadra e pensiero critico (Price et al., 2011). Inoltre, valutando il processo oltre al prodotto finale, le valutazioni delle prestazioni forniscono una rappresentazione più accurata dell'apprendimento degli studenti. Gli studenti non solo dimostrano la loro conoscenza, ma anche la loro capacità di adattarsi, pensare in modo critico e collaborare, competenze cruciali nella forza lavoro moderna (Lai e Viering, 2012). Un esempio specifico di questo approccio può essere visto nell'uso di documenti di conferenza scritti dagli studenti nell'istruzione di fisica. Larkin (2013) ha esplorato come far scrivere e presentare agli studenti i loro risultati sotto forma di un documento di conferenza professionale abbia consentito di ottenere più "istantanee" del loro apprendimento durante il processo. Questo metodo non solo ha valutato la comprensione dei concetti di fisica da parte degli studenti, ma anche la loro capacità di comunicare idee in modo efficace, impegnarsi in indagini scientifiche e riflettere sulle loro capacità di apprendimento che gli esami tradizionali spesso non riescono a misurare. Mentre le valutazioni alternative offrono molti vantaggi, presentano anche delle sfide. L'implementazione di queste strategie richiede un cambiamento nei metodi di insegnamento e valutazione. Gli educatori devono progettare metodi complessi e reali compiti mondiali e sviluppare rubriche che si allineano con gli obiettivi di apprendimento. Inoltre, queste valutazioni possono richiedere molto tempo e risorse, soprattutto se confrontate con i metodi di test tradizionali. Tuttavia, i benefici a lungo termine della promozione di un apprendimento più profondo, del pensiero critico e dell'applicazione nel mondo reale superano di gran lunga le sfide iniziali (Reeves, 2000).



8. Riferimenti

- Anjmoon, S., Sobti, R., KA, JK, Kumar, A., Parashar, SC, & Hussien, RA (2024). Rivoluzionare il packaging e i prodotti di consumo: esplorare il potenziale dei materiali biodegradabili. E3S Web of Conferences.
- Baeyens, J., Brems, A., & Dewil, R. (2010). Recupero e riciclo di materiali di scarto post-consumo. Parte 1. Generalità e rifiuti target (carta, cartone e lattine di alluminio). *International Journal of Sustainable Engineering*, 3, 148 - 158.
- Bastioli, C. (1998). Materiali biodegradabili — Situazione attuale e prospettive future. *Macromolecular Symposia*, 135, 193-204.
- Barth, J., & Kroeger, B. (1998). Progressi nel compostaggio in Europa. *Biocycle*, 39, 65-68. Bertel, E., & Dujardin, T. (2007). Gestione di materiali fissili e fertili riciclabili.
- Bimantara, KA, Alauddin, S., Amalia, N., Widialip, NF, Citrasari, N., & Hariyanto, S. (2021). Economia circolare del biocompost dagli scarti del caffè per supportare gli obiettivi di sviluppo sostenibile nell'alleviare la povertà nelle comunità attorno all'industria del caffè di Sidoarjo. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 802.
- Bontempi, E., Sorrentino, GP, Zanoletti, A., Alessandri, I., Depero, LE, & Caneschi, A. (2021). Materiali sostenibili e il loro contributo agli obiettivi di sviluppo sostenibile (SDG): una revisione critica basata su un esempio italiano. *Molecules*, 26.
- Respirare la plastica: gli impatti sulla salute della plastica invisibile nell'aria (marzo 2023) Centro per il diritto ambientale internazionale.
- Cesarano, C. et al. (2023) 'Strategie di monitoraggio dei rifiuti marini sulle spiagge lungo le coste del Mediterraneo.' *Methodological Review*, *Marine Pollution Bulletin*, 186, p.114401. doi:10.1016/j.marpolbul.2022.114401.
- Chapin, FS et al. (2010) 'Amministrazione dell'ecosistema: strategie di sostenibilità per un pianeta in rapido cambiamento', *Tendenze in ecologia ed evoluzione*, 25(4), pp. 241–249. doi:10.1016/j.tree.2009.10.008.
- Chiong, JA, Tran, H., Lin, Y., Zheng, Y. e Bao, Z. (2021). Integrazione delle tecnologie emergenti Chimica dei polimeri per il progresso dell'elettronica riciclabile, biodegradabile e biocompatibile. *Advanced Science*, 8.
- Choi, H. (1996). Attività europee sul compostaggio di prodotti monouso. *Journal of Environmental Science and Health Parte A-sostanze tossiche/pericolose e ingegneria ambientale*, 31, 825-843.
- Choubey, S. (2023). Un'alternativa sostenibile ed ecologica Plastica: Bioplastiche. *Rivista di ricerca scientifica*.
- Cinelli, P., & Lazzeri, A. (2019). Biodegradabilee polimeri di origine biologica: definizioni, standard e prospettive future.
- Di Bartolo, A., Infurna, G., & Dintcheva, NT (2021). Una revisione delle bioplastiche e della loro adozione



nell'economia circolare. Polimeri, 13.

Dolci, G., Rigamonti, L., & Grosso, M. (2023). Le sfide delle bioplastiche nella gestione dei rifiuti. *Waste Management & Research*, 41, 1281 - 1282.

Eriksen, M. et al. (2023) 'Una crescente coltre di plastica, che ora si stima essere composta da oltre 170 trilioni di particelle di plastica che galleggiano negli oceani del mondo: sono necessarie soluzioni urgenti', *PLOS ONE*, 18(3). doi:10.1371/journal.pone.0281596.

Erkul, Ş.N., Karahan, M., & Ari, A. (2023). Un approccio sostenibile alla plastica; Bioplastiche. *RECENTE - REzultatele CERcetărilor Noastre Tehnice*.

Federica,RS, & Ali, M. (2022). Materiali riciclabili per una tecnologia ecocompatibile. *Materiali*, 15.

Fendi, F., Abdullah, B., Suryani, S., Raya, I., & Tahir, D. (2023). Derivato dagli scarti del pescebiomateriale come supporto di zero rifiuti e obiettivi di sviluppo sostenibile (SDG). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1272.

Fieschi, M., & Pretato, U. (2017). Ruolo delle stoviglie compostabili nella ristorazione e nella gestione dei rifiuti.

Uno studio di valutazione del ciclo di vita. *Gestione dei rifiuti*, 73, 14-25 .

Filho, WL, Sálvia, AL, Bonoli, A., Saari, UA, Voronova, V., Klõga, M., Kumbhar, SS, Olszewski, K., de Quevedo, DM, & Barbir, J. (2020). Una valutazione degli atteggiamenti verso la plastica e la bioplastica in Europa. *The Science of the total environment*, 142732 .

Frackowiak,S. (2023). Approcci sostenibili alla plastica. *Rocznik Ochrona Środowiska*.

Geyer, R., Jambeck, JR e Law, KL (2017) 'Produzione, uso e destino di tutte le plastiche mai realizzate', *Science Advances*, 3(7). doi:10.1126/sciadv.1700782.

Gera, R., Chadha, P., Banerjee, SP, Sharma, M., Pandey, AK, Kampani, S., Dixit, S., Tummala, SK, & Gatea, MA (2023). Una revisione narrativa sull'uso dei biomateriali nel raggiungimento dell'SDG 9: Costruire infrastrutture resilienti, promuovere l'industrializzazione sostenibile e favorire l'innovazione. *E3S Web of Conferences*.

GESAMP (2016). "Fonti, destino ed effetti delle microplastiche nell'ambiente marino: seconda parte di una valutazione globale" (Kershaw, PJ, e Rochman, CM, eds). (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep. Stud. GESAMP n. 93, 220 p.

Hettiarachchi, H., Bouma, J., Caucci, S., & Zhang, L. (2020). Compostaggio dei rifiuti organici tramite Nexus Thinking: collegare suolo e rifiuti come contributo sostanziale allo sviluppo sostenibile. *Compostaggio dei rifiuti organici tramite Nexus Thinking*.

Hosseini, ES, Dervin, S., Ganguly, P., & Dahiya, RS (2020). Materiali biodegradabili per dispositivi di monitoraggio della salute sostenibili. *ACS Applied Bio Materials*, 4, 163 - 194.



- Jabeen, M., Tariq, K., & Hussain, SU (2024). Bioplastica, un'alternativa alla plastica nel mondo moderno: una revisione sistematizzata. *Ricerca ambientale e tecnologia*.
- Jambeck, JR et al. (2015) 'Immissioni di rifiuti plastici dalla terra all'oceano', *Science*, 347(6223), pp. 768–771. doi:10.1126/science.1260352.
- Khajuria, A., Atienza, VA, Chavanich,S., Henning, WC, Islam, I., Kral, U., Liu, M., Liu, X., Murthy, I., Oyedotun, TD, Verma, P., Xu, G., Zeng, X., & Li, J. (2022). Accelerare le soluzioni di economia circolare per raggiungere l'agenda 2030 per gli obiettivi di sviluppo sostenibile. *Economia circolare*.
- Kharb, J., & Saharan, R. (2022). Plastiche biodegradabili sostenibili e loro applicazioni: una mini revisione. *Serie di conferenze IOP: scienza e ingegneria dei materiali*, 1248.
- Kolybaba, ML, Tabil, LG, Panigrahi, S., Crerar, WJ, Powell, T., & Wang, B. (2003). *Polimeri biodegradabili: passato, presente e futuro*.
- Lund, HF (1992). *Il manuale del riciclaggio McGraw-Hill*.
- Monisha, M., & Agarwala, S. (2022). *Materiali biodegradabili: fondamento dell'elettronica transitoria e sostenibile. Scienza dei materiali nella produzione additiva*.
- Ogunmakinde, OE, Egbelakin, T., & Sher, W. (2022). Contributi dell'economia circolare agli obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite attraverso l'edilizia sostenibile. *Risorse, conservazione e riciclaggio*.
- Öhman, J. e Sund, L. (2021) 'Un modello didattico di impegno per la sostenibilità', *Sostenibilità*, 13(6), p. Italiano: 3083. doi:10.3390/su13063083.
- Omer, MA, & Noguchi, T. (2020). Un quadro concettuale per comprendere il contributo dei materiali da costruzione al raggiungimento degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDG). *Città e Società Sostenibili*.
- Palaniveloo, K., Amran, MA, Norhashim, N., Mohamad-Fauzi, N., Peng-Hui, F., Hui-Wen, L., Kai-Lin, Y., Jiale, L., Chian-Yee, MG, Jing-Yi, L., Gunasekaran, B. e Razak, SA (2020). *Compostaggio dei rifiuti alimentari e profilazione della struttura della comunità microbica*.
- Rameshkumar, S., Shaiju, PN, O'Connor, KE, & P, R. (2020). Polimeri bio-based e biodegradabili: stato dell'arte, sfide e tendenze emergenti. *Chimica verde e sostenibile*, 21, 75-81.
- Rizvi, SM (2024). Sviluppo di polimeri sostenibili di origine biologica come alternative alle plastiche petrolchimiche. *International Journal of Scientific Research and Management (IJSRM)*.
- Rudnik, E. (2008). *Materiali polimerici compostabili*.
- Rudnik, E. (2019). *Proprietà e applicazioni. Materiali polimerici compostabili*.
- Sarangi, U. (2023). *ECONOMIA CIRCOLARE E LE SUE IMPLICAZIONI NEL RAGGIUNGIMENTOGLI OBIETTIVI DI SVILUPPO SOSTENIBILE DELLE NAZIONI UNITE E L'AGENDA 2030. Rivista Internazionale di Studi Giuridici (IJOLS)*.

- Schaschke, CJ, & Audic, J. (2014). Editoriale:Materiali biodegradabili. Rivista internazionale di scienze molecolari, 15, 21468 - 21475.
- Scott, W. (2011) 'Scuole sostenibili e l'esercizio di una cittadinanza responsabile - un saggio di revisione', *Ricerca sull'educazione ambientale*, 17(3), pp. 409–423. doi:10.1080/13504622.2010.535724.
- Sharmitha., B., Nishali., D., Singh, KR e Kavitha, S. (2021). Alternative sostenibili per gli imballaggi in plastica utilizzati nell'e-tailing di abbigliamento. *Research Journal of Textile and Leather*.
- Sergeev,O., Velmozhina, K., & Politaeva, N. (2024). Revisione delle strategie di produzione di bioplastiche come alternativa più sostenibile dal punto di vista ambientale alle plastiche tradizionali. *The Eurasian Scientific Journal*.
- Corto,S. (2023). Alternative alla plastica monouso negli imballaggi e nella produzione alimentare.
- Silva, G., Oliveira, M., Rangel, B., & Lino, JA (2019). Una breve revisione sui materiali di imballaggio sostenibili. *Rifiuti: soluzioni, trattamenti e opportunità III*.
- Singh, N., Ogunseitan, OA, Wong, MH e Tang, Y. (2022). Materiali sostenibili alternativi all'inquinamento da plastica petrolchimica: un'analisi di revisione. *Sustainable Horizons*.
- Song, JH, Murphy, RJ, Narayan, R., & Davies, G. (2009). Alternative biodegradabili e compostabili alle plastiche convenzionali. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364, 2127 - 2139.
- Sousa, AF, & Silvestre, AJ (2021). Plastiche da fonti rinnovabili come alternativa verde e sostenibile. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*.
- Stevens, ES (2002). QUANTO SONO VERDI LE PLASTICA VERDE. *Biocycle: Journal of compostaggio e riciclaggio*, 42-45.
- Sullivan, S. (2023). Le bioplastiche sono un'alternativa sostenibile alla plastica monouso? Un progetto pilota presso l'Università della Florida del Sud. *SustainE*.
- Tábi, T. (2022). Plastiche biodegradabili di origine biologica: compostabili o riciclabili? *Express Polymer Letters*. UNEP, 2009. *Rifiuti marini: una sfida globale*. Nairobi: UNEP. 232 pp.
- Vare, P. e Scott, W. (2007) 'Imparare per un cambiamento', *Journal of Education for Sustainable Development*, 1(2), pp. 191–198. doi:10.1177/097340820700100209.

