



# RISORSE DIDATTICHE.



**ResearchGate Project** By ... 0000-0001-5086-7401 & [lnkd.in/erZ48tm](https://www.linkedin.com/in/erZ48tm)



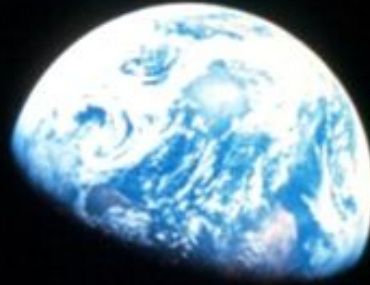
.....



.....

Giancarlo Sturloni

# Lezioni dall'Antropocene



# ANTROPOCENE



BENVENUTI  
NELLA NUOVA EPOCA

*Le attività umane hanno alterato i cicli biogeochimici del pianeta e modellato l'ambiente al punto che gli scienziati si chiedono se siamo entrati in una nuova epoca geologica.*

**D**urante l'Olocene, l'epoca geologica dal clima mite e stabile cominciata al termine dell'ultima glaciazione (circa 11 700 anni fa), le attività umane hanno esercitato un impatto sempre più profondo sul paesaggio e sugli ecosistemi. Le foreste sono state abbattute per fare spazio a pascoli e coltivazioni, gli insediamenti umani si sono espansi in regioni sempre più remote e molte specie animali sono state spinte verso l'estinzione.

Secondo gli storici dell'ambiente, tuttavia, è stato soltanto con la Rivoluzione industriale, nella seconda metà dell'Ottocento, che abbiamo acquisito la capacità di alterare l'ambiente su scala planetaria. Con la diffusione dei combustibili fossili per ricavare energia abbiamo modificato il ciclo del carbonio, che si è accumulato in atmosfera in forma di CO<sub>2</sub>, causando il riscaldamento globale. Analogamente, l'impiego massiccio di fertilizzanti chimici in agricoltura ha stravolto i cicli dell'azoto e del fosforo, elementi essenziali per la vita sulla Terra.

Per costruire le nostre città, oggi spostiamo più rocce, suoli e sedimenti di quanto facciano le forze della natura. Metà degli alberi un tempo presenti sul pianeta sono stati sacrificati per lasciare spazio ai terreni coltivabili, mentre secondo l'*Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* (IPBES) delle Nazioni Unite, l'attuale tasso di estinzione delle specie viventi è fino a cento volte superiore alla media degli ultimi dieci milioni di anni. In futuro, la cosiddetta «esta estinzione di massa» causata dalle attività umane potrebbe essere ben visibile nei resti fossili degli organismi che oggi popolano la Terra, esattamente come avvenne alla fine del Cretaceo con la scomparsa dei dinosauri.

A detta di molti scienziati, si tratta di stravolgimenti così radicali da giustificare l'ipotesi che oggi stiamo vivendo in una nuova epoca geologica, l'**Antropocene** (o epoca dell'uomo), in cui le attività antropiche costituiscono il principale motore dei cambiamenti ambientali.

## Le tracce del nostro passaggio

In realtà, forse abbiamo già lasciato più di un'impronta indelebile nella geologia del pianeta. Un primo marcatore dell'Antropocene potrebbe essere la **plastica**, una classe di materiali artificiali in grado di restare molto a lungo nell'ambiente; in meno di un secolo abbiamo fabbricato oltre 10 miliardi di tonnellate di plastica e quella che si accumula sui fondali oceanici appare destinata a formare uno strato ben riconoscibile.

Anche il **cemento** con cui costruiamo edifici e infrastrutture è un buon candidato: ne abbiamo già prodotto almeno 500 miliardi di tonnellate, abbastanza per coprire ogni metro quadrato del pianeta con un chilogrammo di cemento.

Un altro segno della nostra ingombrante presenza è l'accumulo di diossido di carbonio (CO<sub>2</sub>) in atmosfera, dovuto all'impiego massiccio di **combustibili fossili**. Gli effetti del riscaldamento globale sono purtroppo destinati a protrarsi per millenni con il rischio di porre fine al clima mite dell'Olocene, portando il pianeta verso una condizione molto più calda e instabile. In futuro, l'alterazione del ciclo del carbonio potrà essere rivelata dalle bolle d'aria ricche di CO<sub>2</sub> che restano intrappolate nei ghiacci delle calotte polari, ammesso che questi non fondano prima. La fuligine che si forma nella combustione delle fonti fossili potrà tuttavia lasciare una traccia più duratura nei sedimenti, a emblema dell'epoca del carbone, del petrolio e del gas.



Una veduta della città di New York: il cemento è il materiale da costruzione più usato al mondo.



Un allevamento intensivo di bovini in Brasile.

Altri chiari indizi delle attività umane potrebbero essere forniti dagli elevati livelli di **azoto** e **fosforo** dispersi dagli fertilizzanti agricoli, oppure da inquinanti organici persistenti come le diossine.

Molti esperti ritengono tuttavia che la traccia chimica più netta dell'Antropocene sarà costituita dagli **elementi radioattivi**, dispersi dalle centinaia di test nucleari condotti intorno alla metà del Novecento.

Infine, persino le ossa dei nostri **animali domestici** potrebbero lasciare un segno inequivocabile dei mutamenti subiti dalla biodiversità. Secondo una ricerca pubblicata nel 2018 sulla rivista scientifica *PNAS*, in termini di biomassa il 60% dei mammiferi che oggi abita la Terra è costituito da bestiame, per lo più mucche e maiali; gli esseri umani sono soltanto il 36%, mentre l'insieme di tutti i mammiferi selvatici non supera il 4%. I polli sono diventati gli uccelli più diffusi sul pianeta perché costituiscono un pilastro della dieta mondiale: ogni anno ne vengono macellati a scopi alimentari almeno 60 miliardi di esemplari. In un lontano futuro, dunque, le ossa degli animali da allevamento potrebbero essere tra i fossili più comuni e rappresentativi della nostra epoca.



Un test atomico condotto nel 1951 dall'esercito degli Stati Uniti nel deserto del Nevada.

# L'impronta umana sull'ambiente

# NORTH AMERICAN MEGAFAUNA





Ne resterà  
uno solo





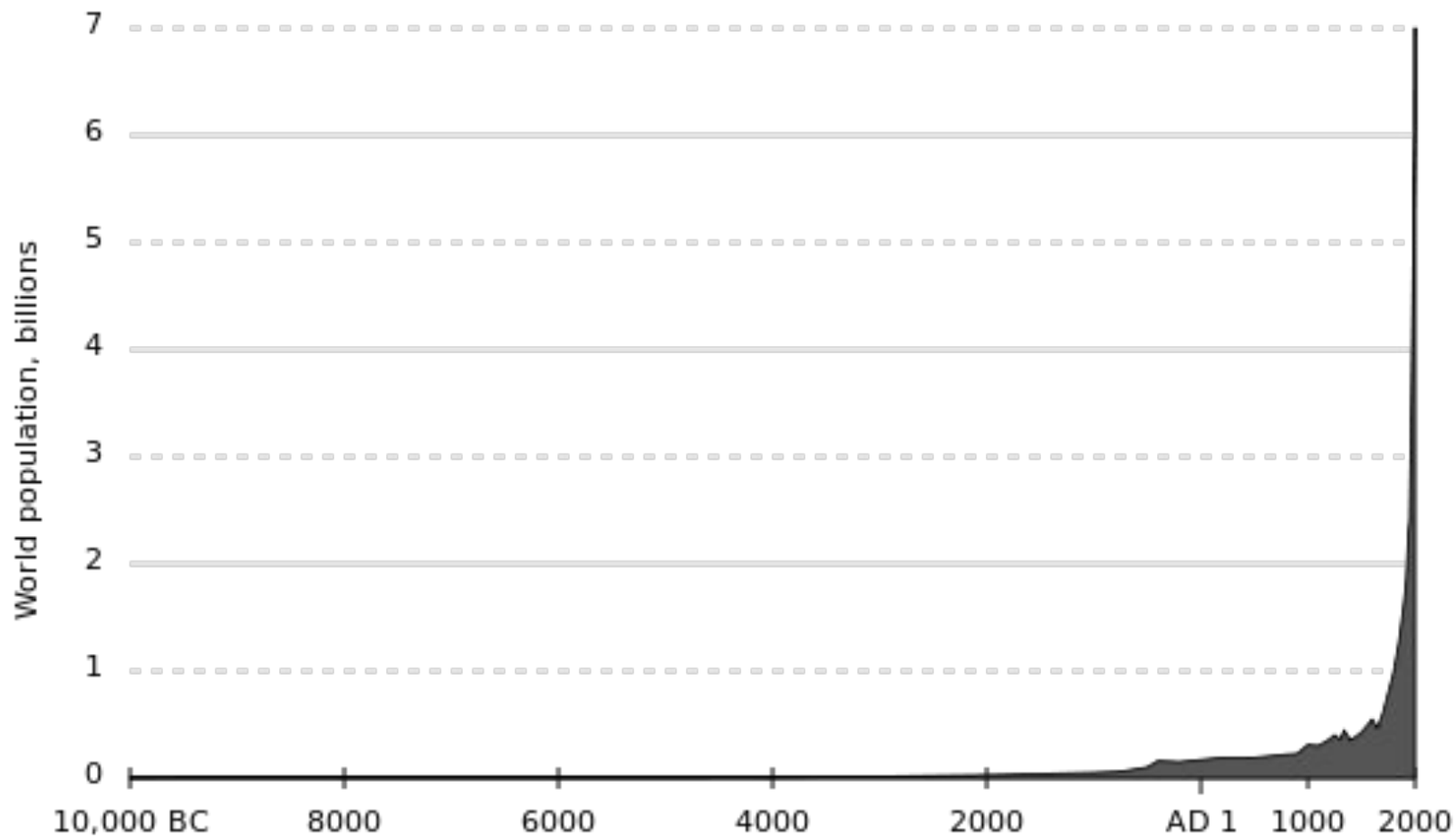
Siamo responsabili dell'estinzione di una specie vivente ogni 20 minuti.

In termini di biomassa, oggi il 60% dei mammiferi è costituito da bestiame, per lo più mucche e maiali.

Gli esseri umani sono il 36%, mentre i mammiferi selvatici appena il 4%.

Il 70% degli uccelli è costituito da polli e altri volatili da allevamento.

# Mondo moderno







17.000.000.000.000 watt

GLI  
IDROCARBURIDATI IN AGENDA  
Mio caro petrolio

GUARDA!

Guarda il video, poi rispondi alle domande.

1. Quanti barili di petrolio sono stati consumati ogni giorno nel 2019? E nel 2009?
2. Quali sono i cinque Paesi che consumano più petrolio?
3. Quale settore consuma più petrolio?

ACTIVE  
LEARNING

## ANALIZZA LA NOTIZIA

95. Guarda il video presente in apertura, poi rispondi alle domande sul quaderno.

- a) Quanti litri di petrolio contiene un barile?
- b) Quanti barili di petrolio sono stati consumati ogni giorno nel corso del 2018?
- c) A quanti litri corrispondono i barili consumati nel 2018?
- d) Quasi la metà dei consumi è dovuta a tre settori di impiego: quali sono?
- e) Quali sono le fonti di questi dati? Per scoprirlo guarda i link di approfondimento alla fine del video.

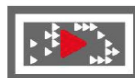
## CERCA ALTRE FONTI

96. Sul sito dell' *International Association for Oil and Gas Producers* è disponibile un'immagine che riassume gli usi del petrolio nella vita quotidiana: lubrificanti, abbigliamento sportivo, detersivi ecc. Scegli 5 oggetti indicati in questa immagine e poi fai una ricerca in Rete per capire in che modo viene usato il petrolio per produrli. Scrivi un testo di almeno 500 battute per ciascun oggetto.

## FAI UN PASSO IN PIÙ

97. Nella prima parte del 2020 in Italia e in molte zone del mondo è stato imposto il *lockdown*, cioè il blocco di tutte le attività lavorative non indispensabili e il divieto di spostamento dalla propria abitazione. Questa chiusura forzata ha ridotto il traffico veicolare e il lavoro delle grandi industrie, con conseguente riduzione dei consumi di petrolio e di emissioni di inquinanti in atmosfera. Ma quali sono stati gli effetti ambientali di queste riduzioni? Il blocco delle attività lavorative ha avuto conseguenze sugli ecosistemi naturali oppure no? E se ci sono state ricadute sull'ambiente, sono state a lungo o a breve termine?
- Fai una ricerca in Rete per trovare informazioni in proposito. Verifica le fonti che usi e cerca informazioni direttamente dai documenti delle istituzioni che hanno condotto le ricerche. Scrivi poi un testo di 2000 battute che contenga almeno una fotografia e un grafico.

## Try it in English!



GUARDA!



98. Watch the video  
My dear oil  
and answer the questions.

# LA CHIMICA DEI POLIMERI

## 1 Polimeri naturali e sintetici

I **polimeri** sono macromolecole (a elevata massa molecolare), costituiti dalla ripetizione di unità molecolari elementari (*monomeri*), uguali o diverse, unite tra loro da legami covalenti.

A seconda della loro origine, i polimeri sono distinti in due classi, *naturali* e *sintetici*.

I **polimeri naturali** sono macromolecole biologiche (chiamate *biomolecole*) che rappresentano i costituenti fondamentali degli organismi viventi (**figura 1**). Appartengono a questa classe i polisaccaridi (cellulosa, amido e glicogeno), le proteine e gli acidi nucleici (DNA, RNA).

**Figura 1** La seta e il cotone sono polimeri naturali

(A) La seta è una fibra proteica di origine animale formata dalle proteine fibroina e sericina. (B) Il cotone è una fibra di origine vegetale costituita da cellulosa.



I **polimeri sintetici** sono macromolecole prodotte attraverso reazioni chimiche di sintesi, a partire da *monomeri* derivati dagli idrocarburi. Polimeri di sintesi come il polietilene, il Teflon®, il cellophane®, il plexiglas®, il nylon e le fibre acriliche sono utilizzati in tantissimi oggetti di uso comune, come contenitori, pellicole per alimenti, bottiglie per l'acqua, vernici e fibre tessili (**figura 2**).

Il processo che trasforma le lunghe catene carboniose degli idrocarburi in monomeri è il *cracking catalitico* (detto FCC, *Fluid Catalytic Cracking*), un processo che utilizza dei catalizzatori acidi per produrre alcheni, i principali *building blocks* («blocchi da costruzione») per la sintesi dei polimeri.

I **monomeri** (dal greco *midos*, «uno solo» e *emitos*, «aparte») sono le molecole da cui deriva l'unità ripetente, cioè l'unità molecolare che si ripete nelle molecole polimeriche.

### TI RICORDI?

Un **alchene**, detto anche **olefine** è un idrocarburo che contiene un doppio legame carbonio-carbonio.

**Figura 2** Polimeri sintetici  
Alcuni dei principali utilizzi del nylon (A), del PET (B) e del polipropilene (C).



## PER SAPERNE DI PIÙ

### Un po' di storia dei polimeri

Il chimico svedese Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) nel 1832 usa per la prima volta l'aggettivo «polimerico» per riferirsi a composti con la stessa formula empirica ma diversa massa molecolare.

I polimeri hanno un comportamento colloidale in soluzione e per questo sono stati inizialmente considerati come piccole *micelle*. La teoria micellare è stata usata per studiare le proprietà chimiche dei polimeri fino al 1920, quando il chimico tedesco **Hermann Staudinger** (1881-1965) conia il termine «macromolecola» per indicare sostanze a elevato peso molecolare, in contrapposizione alla teoria micellare.

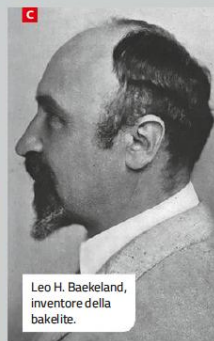
Per oltre vent'anni conduce studi sulla struttura e sui processi di sintesi di diversi polimeri e, grazie a questo lavoro, ottiene il premio Nobel per la chimica nel 1953. Staudinger è considerato il fondatore della chimica dei polimeri.

Nel periodo compreso tra il 1832 e la metà del secolo scorso sono molti gli studiosi che si occupano della chimica dei polimeri.

- **1839:** Charles Goodyear scopre che l'aggiunta di zolfo alla gomma naturale, seguita da riscaldamento, la rende più elastica e resistente ai solventi: il processo prende il nome di **vulcanizzazione** della gomma (**figura A**).
- **1845:** Christian F. Schonbein mette a punto la sintesi della **nitrocellulosa** a partire da acido nitrico e acido solforico su carta (cellulosa); la nitrocellulosa è un composto che viene usato come propellente per cartucce di pistole e fucili, per i trucchi di magia, nella fabbricazione di smalti e vernici e nei laboratori di biologia molecolare.
- **1868:** John W. Hyatt, a partire da nitrato di cellulosa e canfora, produce la **celluloide** (**figura B**), utilizzata fino agli anni Cinquanta del Novecento per le pellicole cinematografiche. Si tratta di un polimero altamente infiammabile.
- **1907:** Leo H. Baekeland (**figura C**) sintetizza la **bachelite**, prima plastica termoisolante ottenuta in laboratorio. Si tratta di una resina **fenolo-formaldeide**, un materiale resistente alle alte temperature e isolante.
- **1912-1917:** Fritz Klatte breveta il metodo di produzione del **polivinilcloruro (PVC)** a partire dal monomero cloruro di vinile, scoperto in precedenza dal medico francese Henri

Victor Regnault e dal medico tedesco Eugen Baumann. Il PVC diventerà uno dei materiali plastici più utilizzati nel mondo.

- **1928:** Kurt H. Meyer e Herman F. Mark, mediante esperimenti di diffrazione dei raggi X, studiano la struttura della **gomma naturale** e confermano definitivamente la teoria di Staudinger. Nello stesso periodo, in laboratori di vari Paesi, viene sintetizzato il **polimetacrilato di metile (PMMA)** che verrà commercializzato nel 1933 con il nome **plexiglas**®.
- **1930-1931:** sintesi e commercializzazione del **polistirene (o polistirolo, PS)**.
- **1933:** Eric Fawcett e Reginald Gibson sintetizzano il **polietilene (PE)**.
- **1935:** Wallace H. Carothers scopre la prima **poliammide (PA)**, brevettata in seguito con il nome commerciale **Nylon**® (**figura D**).
- **1938:** Roy Plunkett scopre casualmente il **politetrafluoroetilene (PTFE)**, che verrà brevettato in seguito con il nome commerciale **Teflon**®.
- **1954:** Giulio Natta e Karl Ziegler sintetizzano il **polipropilene (PP)** isotattico e ottengono, nel 1963, il premio Nobel per la chimica. A meno di dieci anni dalla scoperta, il polipropilene (insieme al polietilene) era già prodotto in grandi quantità a livello industriale.



**Figura**  
Alcuni protagonisti della storia dei polimeri.

# Vivere nell'Antropocene





**Sustainability (sostenibilità):** the potential for long-term maintenance of human well-being, which has ecological, economic, political and cultural dimensions.

Alcune risorse rinnovabili, come la radiazione solare, sono per loro natura praticamente inesauribili, e possiamo dunque disporne illimitatamente, mentre altre, come il legname, pur essendo rinnovabili possono esaurirsi se sfruttate troppo in fretta. Una risorsa rinnovabile si definisce perciò **sostenibile**, cioè in grado di assicurare una disponibilità duratura, se la sua velocità di rigenerazione uguaglia o supera quella di impiego. La sostenibilità dipende dunque da un impiego responsabile di quelle risorse essenziali per la vita sulla Terra che, pur essendo rinnovabili, non sono inesauribili.

### Lo sviluppo sostenibile deve garantire l'equità e il benessere delle generazioni future

Nel 1987 le Nazioni Unite pubblicarono un rapporto destinato a diventare celebre, *Our Common Future* (il nostro futuro comune), nelle cui pagine si affermava che i problemi ambientali (come l'inquinamento o l'esaurimento delle risorse naturali) e quelli socio-economici (come la povertà o le iniquità nell'accesso alle risorse) sono fra loro interdipendenti e devono essere affrontati insieme, adottando un modello di sviluppo capace di garantire un benessere equo e duraturo, preservando le risorse naturali da cui dipende il nostro stesso benessere (Figura 4). Nel rapporto si definì **sviluppo sostenibile** un modello di sviluppo

«che permetta di soddisfare i bisogni del presente senza compromettere la stessa possibilità alle generazioni future».

Negli anni seguenti, diversi importanti trattati internazionali e molte iniziative concrete hanno cercato di promuovere, sia a livello globale sia a livello locale, la conservazione delle risorse naturali, la riduzione della povertà e l'adozione di modelli di produzione e consumo sostenibili. Tuttavia, adottare completamente un modello di sviluppo sostenibile risulta difficile perché richiede un cambiamento radicale degli stili di vita e dei processi di produzione e consumo. Affinché lo sviluppo sia davvero sostenibile, deve infatti essere durevole nel tempo (in inglese il termine sostenibile deriva da *sustain*, che indica la durata di una nota musicale), e perciò non può basarsi sullo sfruttamento illimitato di risorse finite o non rinnovabili.

Spesso accade che gli ecosistemi siano sfruttati o alterati a tal punto da non permettere il loro ripristino, privando così le generazioni future delle risorse che questi erano in grado di fornire. Un esempio è offerto dalla pesca eccessiva (vedi Capitolo 7) e dall'inquinamento marino che negli ultimi decenni hanno compromesso le popolazioni di molte specie di pesci, molluschi e crostacei di interesse commerciale, mettendo a rischio le disponibilità future di una risorsa da cui dipende la sicurezza alimentare di decine di milioni di persone. Il Mediterraneo è tra i mari più sfruttati del pianeta: secondo la FAO, oltre il 62% delle sue risorse ittiche monitorate risulta eccessivamente sfruttato (Figura 5). A causa della pesca eccessiva, il pescato è già diminuito in modo allarmante, al punto che gran parte del pesce che oggi giunge sulle nostre tavole è importato dall'Atlantico.

**Figura 4**  
Oggi anche popolazioni povere ed emarginate iniziano ad adottare sistemi ecosostenibili, come piccoli pannelli solari.



**Figura 5**  
Pesci una volta molto comuni nei nostri mari, come le acciughe, sono in forte diminuzione a causa del sovrasfruttamento.



**Figura 15**  
Schema di economia lineare (A) e di economia circolare (B).



**Figura 26**  
Sciopero globale per il clima del maggio 2019 organizzato dal movimento *Fridays For Future* per chiedere ai governi di agire contro i cambiamenti climatici.



**Figura 27**  
Effetti dell'innalzamento del livello del mare in un atollo delle Kiribati, in Oceania.





*Il Giorno del Sovrasfruttamento della Terra al 2020 è il 22 agosto*

QUAL È LA TUA

## Impronta Ecologica?

Di quanti pianeti avremmo bisogno se avessimo tutti il tuo stile di vita?

Quale è il tuo personale Giorno del Sovrasfruttamento della Terra?



Quando è iniziato  
l'Antropocene?







### 1. Problemi aperti

Rispondi alle domande scrivendo un breve testo (massimo 10 righe), oppure usatele come spunto per una discussione in classe.

- Perché è difficile recuperare la plastica dispersa nell'ambiente?
- Perché non puntare sul riciclo per risolvere l'inquinamento da plastica?
- Guarda gli oggetti attorno a te: come cambierebbe il nostro mondo senza la plastica?

### 2. Le fonti della ricerca scientifica

Alcuni articoli scientifici (in inglese) citati in queste pagine sono disponibili online per lavorare in gruppi: leggete l'abstract di uno degli articoli proposti e produce un breve elaborato (per esempio, una presentazione di massimo 5 slide da raccontare in classe).

- "Production, use, and fate of all plastics ever made", Science Advances, 2017.  
<https://advances.sciencemag.org/content/3/7/e1700782>
- "Global warming releases microplastic legacy frozen in Arctic Sea ice", Earth's Future, 2014.  
<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2014EF000240>
- "Plastic and Human Health: A Micro Issue?", Environmental Science & Technology, 2017  
<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.7b00423>

### 3. Grafici e dati

Dal sito dell'UNEP (United Nations Environment Programme) si può scaricare un report in inglese con molte infografiche sui rifiuti negli oceani: dividetevi in gruppi e selezionate tre infografiche da presentare alla classe (al massimo in 10 minuti).

[https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/9798/-Marine\\_litter\\_Vital\\_graphics-2016MarineLitterVG.pdf.pdf](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/9798/-Marine_litter_Vital_graphics-2016MarineLitterVG.pdf.pdf)

### 4. Per saperne di più

Alcune letture consigliate per approfondire l'argomento e allargare lo sguardo.

- Mario Grosso, Maria Chiara Montani, *Dove vanno a finire i nostri rifiuti? La scienza di riciclare, gestire, smaltire gli scarti*, Zanichelli, 2015.
- Guido Fontanelli, *La guerra della plastica. Un materiale straordinario o un nemico da combattere?*, Hoepli, 2020.
- Piero Martin, Alessandra Viola, *Trash. Tutto quello che dovrete sapere sui rifiuti*, Codice, 2017.
- Filippo Solibello, *Spam. Stop plastica a mare. 30 piccoli gesti per salvare il mondo dalla plastica*, Mondadori, 2019.





# ANTROPOCENE



## COME NASCE UNA PANDEMIA

*Gli esseri umani convivono da sempre con la minaccia di virus e batteri patogeni, ma le pandemie sembrano diventare più frequenti a causa di attività antropiche come la deforestazione, l'espansione degli insediamenti urbani, gli allevamenti intensivi e il traffico di animali selvatici.*



## GLI SPECIALI DELL'AULA DI SCIENZE

**ANTROPOCENE** – a cura di Giancarlo Sturloni

SPECIALE CORONAVIRUS

SPECIALE 2021: **Einstein**, 100 anni dal NobelSPECIALE 2020: Il **Progetto Genoma Umano**SPECIALE 2019: **La Tavola Periodica****Agenda 2030** per lo sviluppo sostenibile

## MATERIE

Biologia

Chimica

Fisica

[HOME](#) > SPECIALE ANTROPOCENE

# Speciale Antropocene

IN EVIDENZA



## Il 2020 è stato l'anno più caldo mai registrato

GIANCARLO STURLONI

Nonostante la diminuzione dei gas serra dovuta alla pandemia di COVID-19, quello che si è da poco concluso è stato un nuovo anno record per le temperature medie della Terra. L'ennesima dimostrazione della complessità degli equilibri che regolano il nostro pianeta. E della necessità di politiche climatiche mirate e di lungo periodo