

naturalmente scienza

**giugno 2025
anno 6
numero 2
quadrimestrale**

Direttore responsabile

Alessandra Borghini

Direzione scientifica

Vincenzo Terreni, Maria Turchetto

Comitato editoriale

Giambattista Bello, Paola Bortolon,
Maria Castelli, Raffaello Corsi,
Fabio Fantini, Lucia Stelli

Proprietà della testata

Vincenzo Terreni

Comitato scientifico

Germano Bellisola (Liceo Classico Vicenza), Elena Bonaccorsi (Università di Pisa), Silvia Caravita (CNR Roma), Aldo Corriero (Università di Bari), Elena Falaschi (Università di Pisa), Elena Gagliasso (Università di Roma "La Sapienza"), Irene Gatti (MIM Roma), Bruno Massa (Università di Palermo), Alessandro Minelli (Università di Padova), Stefano Piazzini (Liceo Scientifico Ancona), Marco Piccolino (Università di Ferrara), Giovanni Scillitani (Università di Bari)

Gli articoli pubblicati nelle sezioni *In primo piano*, *Focus*, *Contributi* e *Fare scuola* sono sottoposti a un processo di revisione anonimo tra pari (*blind peer review*).

In copertina e controcopertina:

Mongolia, foto di Paolo Penni Martelli

Informazioni e contatti

<https://www.naturalmentescienza.it>

redazione@naturalmentescienza.it

+39 349 6396739

Prezzi e condizioni di abbonamento

singolo fascicolo formato PDF: € 5,00

singolo articolo formato PDF: € 2,00

singolo fascicolo cartaceo: € 11,00

abbonamento annuale privato

(3 numeri) formato PDF: € 10,00

abbonamento istituzionale

(3 numeri) formato PDF: € 15,00

abbonamento annuale privato

(3 numeri) cartaceo: € 25,00

abbonamento istituzionale

(3 numeri) cartaceo: € 35,00

Indirizzare i pagamenti a:

BANCO POPOLARE

IBAN IT38G0503414011000000359148

Registrazione presso il Tribunale di Pisa n. 1/2021

© Copyright 2025

Edizioni ETS

Palazzo Roncioni - Lungarno Mediceo, 16 - 56127 Pisa

info@edizioniets.com

www.edizioniets.com

Distribuzione

Messaggerie Libri SPA

Sede legale: via G. Verdi 8 - 20090 Assago (MI)

Promozione

PDE PROMOZIONE SRL

via Zago 2/2 - 40128 Bologna

Questo numero propone, in diversi interventi, un tema poco conosciuto e poco interessante per la sua apparente distanza da noi: la “spazzatura spaziale”. In realtà, si tratta di un pericolo grave che orbita attorno alle nostre teste. Lo sviluppo tecnologico che si è palesato negli ultimi vent’anni si è trasformato in tecnologia spedita proprio lassù dove non si vede, ma non per questo meno pericolosa.

L’Unione Sovietica il 4 ottobre 1957 lanciò nello spazio lo Sputnik 1, il primo satellite artificiale mandato in orbita bassa intorno alla Terra, che trasmise segnali per 21 giorni: un traguardo che poneva i sovietici avanti a tutto il mondo nel campo aerospaziale e nelle ricerche scientifiche in generale. Si trattava di una sfera di 58 cm di diametro e di circa 83 kg di peso, prevalentemente in alluminio e per il restante 10% di magnesio e titanio, da cui fuoriuscivano quattro antenne di 2,5 m che trasmettevano segnali a 20,005 e a 40,002 MHz, ricevibili in tutto il mondo. Dopo 21 giorni le batterie si esaurirono, ma il satellite continuò a girare per altri mesi prima di rientrare nell’atmosfera bruciandosi per l’attrito. Aveva viaggiato a poco meno di 30.000 km/h, completando un’orbita ellittica attorno alla Terra in 96,2 minuti, per 1.400 volte, in tutto 70.000.000 km. Il razzo vettore era stato sviluppato a partire dai missili balistici V2.

Il programma spaziale sovietico continuò con la messa in orbita (senza ritorno) di un cane e infine con il grande passo: nel 1961 Yuri Gagarin rientrò a terra dopo avere compiuto un’orbita intorno al pianeta, e nel 1963 fu la volta della prima donna Valentina Tereshkova. I satelliti fornirono agli scienziati informazioni sulla densità dell’atmosfera e molti dati sulla ionosfera, ottenuti tramite l’analisi della propagazione dei segnali radio.

Gli USA si mossero, impiegando una quantità di fondi mai stanziati prima nel periodo della guerra fredda, e impegnarono tutte le risorse possibili per raggiungere e superare i russi. Lo spazio intorno alla Terra si era ormai riempito di vari oggetti perduti dai satelliti e dai vettori che li avevano portati in orbita; non ospitava solo qualche frammento di rocce venute da lontano, ma una quantità sempre più elevata di manufatti e di frammenti di manufatti di varie dimensioni.

Insieme alla messa in orbita di satelliti intorno alla Terra iniziarono i lanci di vettori più potenti per dare il via all’esplorazione di tutto il sistema solare. In vent’anni si studiarono da vicino i pianeti e i loro satelliti, fino alla discesa sulla Luna il 20 luglio 1969 di tre astronauti che rientrarono sulla Terra. In seguito vi furono altre missioni senza equipaggio, non sempre coronate da successo, le l’invio su Marte di un mezzo in grado di spostarsi autonomamente per portare la sua attrezzatura in luoghi diversi e acquisire nuovi dati ed immagini. Il cielo sopra di noi ha poi accolto numerosi satelliti per riflettere onde radio televisive, per le comunicazioni internet, per geolocalizzatori pubblici e privati, non solo delle maggiori superpotenze, ma anche di privati che hanno cominciato ad offrire servizi a pagamento. Ruotano intorno al pianeta anche stazioni spaziali permanenti e telescopi.

Negli articoli che seguono troverete i dati essenziali per comprendere la serietà del problema e anche alcune procedure per limitare la pericolosità di questi proiettili, anche piccoli, ma potenzialmente dannosi per la loro velocità.

Speriamo che questo immondezzaio orbitante non venga ignorato come spesso avviene per i rifiuti presenti sulla superficie della Terra. Con tutta la nostra tecnologia abbiamo il diritto ad una soluzione efficace anche nel lungo periodo.

SOMMARIO

IN PRIMO PIANO

Detriti spaziali: il lato oscuro dell'era satellitare <i>di Sergei Schmalz</i>	5
Rifiuti spaziali <i>di Paola Bortolon</i>	7

RITRATTO DI FAMIGLIA

Falconidae, Accipitridae, Catharidae <i>di Raffaello Corsi</i>	11
---	----

FOCUS

L'inquinamento invisibile <i>di Valentina Vitali</i>	17
Piombo, un veleno che uccide due volte <i>di Stefania Capelli</i>	20

UNO SCATTO ALLA NATURA

Il bacio delle farfalle <i>di Marco Bondini</i>	25
--	----

CONTRIBUTI

La scimmia indomita <i>di Frans de Waal</i>	29
Non solo ossidiana. Considerazioni sulla diffusione dell'ossidiana e sulla rete di collegamenti marittimi nel Neolitico <i>di Tomaso Di Fraia</i>	35
Perché parlare oggi del piano ISS "insegnare scienze sperimentali" <i>di Irene Gatti</i>	47

FARE SCUOLA

Nel giardino della scuola. Proposte di attività per la scuola primaria <i>di Maria Castelli</i>	51
Il prato fiorito. Un laboratorio di attività nella scuola secondaria di primo grado <i>di Ilaria Papi</i>	60

Detriti spaziali: il lato oscuro dell'era satellitare

Sergei Schmalz

Space debris includes any artificial object that is no longer functional in orbit around the Earth. It ranges from upper stages of rockets and decommissioned satellites, to bolts, fragmented solar panels, paint chips and even instruments lost during spacewalks. Each piece of debris, no matter how small, travels at speeds of over 27,000 km/h. At these speeds, an object of just a few millimetres in size can cause catastrophic damage to a satellite. Several international agencies and organisations, including ESA, NASA, JAXA and CNES, are working to monitor, prevent and mitigate the impact of space debris.

Key words: *Space debris, Kessler effect, Space pollution*

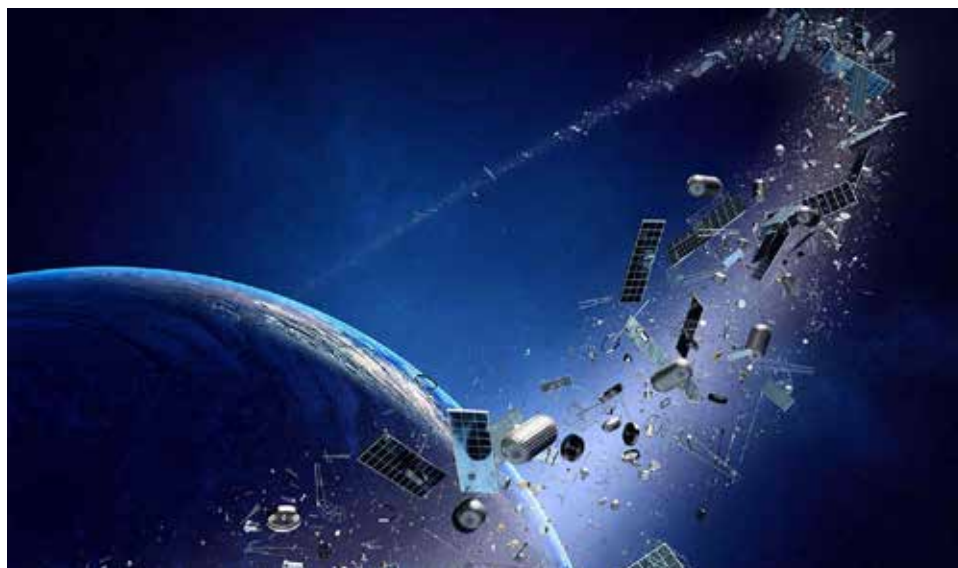
Nel corso degli ultimi decenni, l'orbita terrestre bassa (LEO) è diventata un'infrastruttura critica per telecomunicazioni, osservazione terrestre, navigazione e ricerca scientifica. Tuttavia, il crescente numero di lanci spaziali ha portato con sé un effetto collaterale allarmante: l'accumulo progressivo di detriti spaziali, noti anche come *space debris*.

Oggi, più di 130 milioni di frammenti di dimensioni inferiori al centimetro orbitano attorno alla Terra, insieme a circa 36.000 oggetti più grandi di 10 cm monitorati attivamente. Questo "cimitero orbitale" rappresenta una minaccia concreta non solo per i satelliti attivi, ma anche per la sicurezza degli astronauti e per la sostenibilità a lungo termine dell'ambiente spaziale.

Che cosa sono i detriti spaziali?

I detriti spaziali comprendono qualsiasi oggetto artificiale non più funzionale in orbita attorno alla Terra. Si va da stadi superiori di razzi e satelliti dismessi, fino a bulloni, pannelli solari frammentati, scaglie di vernice e persino strumenti persi durante le passeggiate spaziali.

L'origine di questi frammenti può essere intenzionale (esplosioni controllate o test antisatellite) o accidentale (collisioni, cedimenti strutturali, rilascio di componenti). Due eventi emblematici in questo contesto sono stati il test antisatellite cinese del 2007, che ha prodotto oltre 3.000 frammenti tracciabili, e la collisione Iridium 33 - Cosmos 2251 del 2009, un incidente



tra due satelliti operativi che ha generato quasi 2.000 detriti.

Il rischio delle collisioni e la sindrome di Kessler

Ogni detrito, per quanto piccolo, viaggia a velocità superiori a 27.000 km/h. A queste velocità, un oggetto di pochi millimetri può causare danni catastrofici a un satellite.

Il rischio più temuto è il cosiddetto *effetto Kessler*, una teoria formulata nel 1978 secondo cui, superata una certa densità critica, le collisioni tra detriti genererebbero nuove collisioni in cascata, rendendo alcune orbite inutilizzabili per decenni o secoli.

Anche se non si è ancora verificato un effetto a catena su larga scala, gli attuali trend di lancio – spinti anche dalle mega-costellazioni come Starlink – stanno portando l'ambiente spaziale sempre più vicino a un punto di non ritorno.

Monitoraggio e mitigazione: cosa si sta facendo?

Diverse agenzie e organizzazioni internazionali, tra cui ESA, NASA, JAXA e CNES, stanno lavorando per monitorare, prevenire e mitigare l'impatto dei detriti spaziali.

Tra le misure attualmente adottate:

- *Linee guida per la mitigazione*, che includono la dismissione controllata dei satelliti entro 25 anni dalla fine operativa;
- *Sistemi di sorveglianza spaziale* (SSA), come lo U.S. Space Surveillance Network, che tracciano oggetti superiori a 10 cm;
- *Tecnologie emergenti per la rimozione attiva* (ADR), tra cui bracci robotici, arpioni e vele per deorbitazione.

Progetti sperimentali come *ClearSpace-1* (ESA) e *RemoveDEBRIS* (Surrey Space Centre) hanno già dimostrato la fattibilità tecnica di recuperare oggetti in orbita, ma i costi restano elevati.

Uno sforzo globale necessario

Il problema dei detriti spaziali è globale per natura, ma la governance dello spazio resta ancora

frammentata. Trattati come l'*Outer Space Treaty* del 1967 non prevedevano un futuro iper affollato di orbite terrestri. Oggi, servirebbe un aggiornamento del diritto spaziale, in grado di regolare responsabilità, limiti operativi e incentivi alla sostenibilità.

Nel frattempo, il ruolo della comunità scientifica è duplice: sviluppare soluzioni tecnologiche efficaci e promuovere una cultura della responsabilità orbitale, in grado di influenzare anche policy maker e industria privata.

Conclusione

Il progresso spaziale non può prescindere dalla sostenibilità. Ignorare il problema dei detriti significa mettere a rischio non solo l'infrastruttura spaziale attuale, ma anche le missioni future, comprese quelle di esplorazione interplanetaria. In un'epoca in cui lo spazio è sempre più accessibile, dobbiamo assicurarci che lo sia anche per le generazioni future. ●



