



MONICA LAZZARIN

**I**l collaudato genere cinematografico *disaster movie* ha spesso privilegiato trame avvincenti e spaventose in cui un asteroide minaccia di colpire il nostro pianeta con esiti devastanti, fino al limite dell'estinzione di massa. Basti citare film come *Armageddon*, *Deep Impact* o il più recente *Don't look up*.

Al di là della finzione, quali rischi corre realmente il nostro pianeta, e quali strumenti adotta la comunità internazionale

per prevenire un'eventuale collisione tra gli asteroidi e la Terra? Uno dei nostri angeli custodi è la professoressa Monica Lazzarin, docente di Astrofisica del Sistema Solare al Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università di Padova, e responsabile della Missione spaziale Ramses dell'ESA (Agenzia Spaziale Europea) per lo studio dell'asteroide Apophis che nel 2029 sfiorerà la Terra, passando ad appena 31mila chilometri dal nostro pianeta, cioè a circa un deci-

**Più di 2.500 asteroidi sono potenzialmente pericolosi per la Terra. Nel 2029 avremo un incontro ravvicinato con Apophis. Ma le agenzie spaziali NASA ed ESA tengono il cielo sotto controllo.**

a cura di **Alessandro Bettero**

# A caccia di asteroidi

FOTO © ESA



mo della distanza che separa la Terra dalla Luna, e dunque a un'altezza inferiore a quella dei nostri satelliti geostazionari che si trovano a 36mila chilometri dal nostro pianeta. Insomma sarà un incontro ravvicinatissimo che, però, non preoccupa gli scienziati.

**Msa. La Terra convive da milioni di anni con gli asteroidi.**

**Lazzarin.** Sì, tuttavia la possibilità di assistere a un evento catastrofico è praticamente nulla. È pur vero che noi non abbiamo contezza di tutti gli oggetti che potrebbero arrivare sul nostro pianeta. Conosciamo circa il 90 per cento degli asteroidi con un diametro maggiore di 1 chilometro mentre ci è noto solo il 10 per cento di quelli con un diametro attorno ai 100 metri che possono essere causa di disastri, a livello locale, anche molto rilevanti. Questo, però, non significa che non ci siano rischi più modesti, dato che questi dipendono dalle dimensioni di un asteroide. Ricordiamo che ogni giorno il nostro pianeta viene colpito da centinaia di tonnellate di polveri e di piccoli frammenti cosmici che per fortuna bruciano entrando nella nostra atmosfera creando le cosiddette stelle cadenti. Soltanto una piccola parte di questi asteroidi raggiungono il suolo oppure esplodono nell'atmosfera quando le loro dimensioni sono maggiori, com'è successo a Čeljabinsk, in Russia, nel 2013. Sono asteroidi che hanno un diametro di qualche decina di metri, ma liberano quantità di energia molto rilevanti.

**Chi monitora gli asteroidi?**

Da molti anni la comunità scientifica internazionale ha messo in campo una rete glo-

bale di sorveglianza che al vertice viene gestita dalla NASA (Agenzia spaziale americana) e dall'ESA, in collaborazione con tutti gli Osservatori astronomici del mondo; tra questi anche l'Osservatorio di Asiago (Vicenza). Quando un nuovo oggetto viene individuato, viene calcolata la sua orbita, viene confrontata con l'orbita della Terra, e se c'è una minima possibilità che le due orbite possano incrociarsi, l'oggetto entra in un sistema di monitoraggio, il SENTRY, in modo che la NASA e l'ESA aggiornino continuamente le possibilità d'impatto. Se vengono superate certe soglie di rischio, scatta immediatamente un avviso alla rete internazionale che si chiama IAWN (International Asteroid Warning Network). Questa coordina la comunicazione tra le varie agenzie spaziali, le autorità civili e l'Onu che supervisiona tutta la situazione. Esiste insomma un protocollo ufficiale di difesa planetaria strutturato con strumenti di previsione. Quindi siamo relativamente protetti da una serie di reti di Osservatori che scandagliano il cielo ogni notte. Altre reti dedicate, come Flyeye e Neomir, verranno presto aggiunte. Perciò impatti devastanti sono eccezionalmente rari. Mentre invece i piccoli meteoriti che vediamo cadere ogni notte sono parte di un fenomeno naturale costante che avviene continuamente.

**Quali protocolli regolano l'attività di monitoraggio, e come viene gestita una potenziale minaccia?**

Dal 2013 l'Onu ha riconosciuto la difesa planetaria come una responsabilità scientifica condivisa, e ha creato due orga-

nismi di coordinamento globale. Uno è appunto la IAWN che raccoglie e diffonde gli allarmi. E un altro organismo, lo SMPAG (Space Mission Planning Advisory Group) valuta possibili azioni di risposta a questi allarmi. Entrambi gli organismi operano sotto la supervisione dell'Ufficio delle Nazioni unite per gli Affari spaziali. A queste attività partecipano la NASA, l'ESA, l'agenzia spaziale giapponese JAXA, l'agenzia spaziale cinese CNSA e altre agenzie spaziali. Quando viene scoperto un nuovo asteroide, la sua orbita viene immediatamente calcolata da centri che sono associati al JPL (Jet Propulsion Laboratory) della NASA o anche al NEOCC (Near-Earth Objects Coordination Center) dell'ESA-ESRIN che si trova in Italia, a Frascati (Roma). Se sussiste una minima possibilità di passaggio ravvicinato di un oggetto alla Terra, allora l'asteroide entra immediatamente nella Risk List che raccoglie un elenco degli asteroidi potenzialmente pericolosi, che non presentano possibilità d'impatto, ma solo probabilità remote. La Risk List è gestita dalla NASA e dall'ESA. La probabilità d'impatto di un asteroide contro la Terra viene aggiornata costantemente, com'è successo l'anno scorso con l'oggetto 2024YR4 che aveva una probabilità del 3 per cento di impattare, e immediatamente è scattato l'allarme. Tutti abbiamo cominciato subito a osservarlo e a tenerlo monitorato. L'allarme si attiva se l'oggetto ha determinate caratteristiche: un diametro stimato superiore ai 10 metri e una probabilità d'impatto maggiore dell'1 per cento entro i successivi 100 anni. Altrimenti

**Missione Ramses**

Ricostruzione digitale del modo in cui l'asteroide Apophis sarà avvicinato da una sonda terrestre nel 2029 in occasione del suo passaggio a soli 31mila chilometri dal nostro pianeta.



viene monitorato con meno interesse. In caso di allarme, la IAWN emette una notifica all'Onu e ai vari governi mentre lo SMPAG valuta se esistono dei margini per una missione di deviazione della traiettoria dell'asteroide. Se l'asteroide è di qualche chilometro, le osservazioni possono durare anche alcuni decenni. E quindi c'è tutto il tempo per poterlo monitorare. Altri asteroidi, invece, non siamo purtroppo in grado di individuarli, dato che sono troppo piccoli, come quello caduto a Čeljabinsk, e ci arrivano all'improvviso.

**Lei è responsabile della Missione spaziale Ramses dell'ESA per lo studio dell'asteroide Apophis. Quali sono i vostri obiettivi?**

Ramses è la seconda Missione di difesa planetaria, dopo la Missione Hera attualmente in viaggio verso una coppia di asteroidi, Didymos e Dimorphos; Missione di cui Ramses è in qualche modo una copia perché abbiamo pochissimo tempo per allestirla, nemmeno tre anni. Ramses rappresenta un'occasione unica per poter studiare un asteroide molto da vicino, visto che sfiora la Terra, e di osservare gli effetti delle potenti forze gravitazionali che la Terra eserciterà su Apophis. È un evento che avviene ogni svariate migliaia di anni. Apophis è un asteroide di notevoli dimensioni con i suoi 340 metri di diametro. Ed è rarissimo che un oggetto così grande si avvicini così tanto al nostro pianeta. La Missione Ramses partirà nell'aprile del 2028 e arriverà vicino ad Apophis due mesi prima del suo massimo avvicinamento alla Terra nel 2029, per poi accompagnare Apophis per qualche mese lungo la sua orbita, fino al mese di agosto dello stesso anno. Così studieremo i possibili cambiamenti che possono avvenire su questo oggetto prima, durante e dopo la data del suo massimo avvicinamento alla Terra. Questo ci insegnerà anche quali sono le migliori strategie da adottare per salvare il nostro pianeta da possibili impatti di asteroidi.

**Potremo vedere Apophis?**

Certo, ci passerà così vicino che almeno 2 miliardi di persone potranno osservarlo a occhio nudo, soprattutto in Europa, in Nord Africa e in Asia occidentale. Non a caso, l'Onu ha dichiarato il 2029 «Anno internazionale della consapevolezza degli asteroidi e della difesa planetaria».

**Dobbiamo sentirci in pericolo in una situazione come questa?**

Apophis non colpirà la Terra. Passerà in modo innocuo vicino al nostro pianeta senza causare

alcun danno. Lo monitoriamo fin dal 2004 e dunque conosciamo la sua traiettoria con grande precisione.

**Se un asteroide come Apophis colpisse la Terra, cosa accadrebbe?**

Se un asteroide simile ad Apophis, che ha un diametro di 340 metri e una massa stimata di circa 50 milioni di tonnellate, dovesse colpire il nostro pianeta, farebbe danni molto importanti perché impatterebbe a una velocità di circa 30 chilometri al secondo, sprigionando un'energia equivalente – tanto per dare un ordine di grandezza – a decine di migliaia di volte quella prodotta dalla bomba atomica sganciata su Hiroshima. Bisogna ricordare che un impatto del genere non provocherebbe un'estinzione di massa globale, che può essere causata da asteroidi che superano il chilometro di diametro. Tuttavia, avrebbe comunque effetti catastrofici a livello locale: un cratere dai 4 ai 6 chilometri di diametro, onde sismiche, onde d'urto e incendi che cancellerebbero ogni cosa nell'area circostante, una devastazione estesa per centinaia di chilometri, tsunami nel caso in cui l'asteroide cadesse in mare. E avremmo anche un temporaneo raffreddamento locale o globale della temperatura dovuto all'enorme quantità di polveri sollevate in atmosfera dall'impatto. Però le probabilità di un impatto del genere sono virtualmente nulle. Almeno per i prossimi cento anni non corriamo pericoli che oggetti di questo tipo possano impattare contro il nostro pianeta.



**Nel 2022 lei ha partecipato alla Missione Dart della NASA. In quel caso, qual era la minaccia, e cosa avete fatto per contrastarla?**

La Missione Dart è nata da un accordo internazionale tra la NASA e l'ESA, volto a costruire insieme due Missioni: la Dart della NASA finalizzata a colpire un asteroide per cercare di deviarne la traiettoria; e successivamente la Missione Hera dell'ESA di cui abbiamo lanciato la sonda il 7 ottobre 2024 da Cape Canaveral. Attualmente è in volo per andare a studiare gli esiti della prima Missione. Dart non è nata da una minaccia vera e propria. È un esperimento controllato, cioè il primo tentativo concreto nella storia dell'umanità di deviazione di un asteroide a scopo difensivo. Dart fu lanciata nel 2021 dalla Nasa e aveva l'obiettivo di colpire un piccolo oggetto che si chiama Dimorphos, di circa 150 metri di diametro, che è un piccolo satellite naturale di un altro asteroide un po' più grande, Didymos, del diametro di circa 780 metri. Abbiamo colpito Dimorphos a circa 11 milioni di chilometri dalla Terra. L'impatto con Dimorphos della nostra sonda, che viaggiava a 6 chilometri al secondo in direzione opposta al moto dell'asteroide, è avvenuto il 26 settembre 2022 con una precisione millimetrica, e ci è servito per verificare una delle possibili tecniche di deviazione di un asteroide, definita come «impatto cinetico». In sostanza una sonda va a schiantarsi contro l'asteroide usando come spinta solo la massa e la velocità della sonda

stessa. L'esperimento ha funzionato perfettamente modificando l'orbita di Dimorphos. L'impatto di Dart, una piccola sonda di 570 chilogrammi, ha modificato il periodo orbitale di Dimorphos di oltre 32 minuti. Questo non significa che riusciremo a salvare il nostro pianeta nel caso in cui arrivasse un asteroide minaccioso, ma abbiamo imparato che questa tecnica può essere utilizzata ancora, replicata, e se abbiamo abbastanza tempo, con un'adeguata pianificazione si può pensare di deviare un asteroide pericoloso per la Terra senza doverlo far esplodere.

**La «stella cometa» che guidò i Re Magi a Betlemme, strutturalmente è un asteroide, e non una stella. Eppure viene chiamata «stella cometa».**

Le comete ci permettono di studiare le nostre origini; l'origine della vita, in particolare, poiché probabilmente sono loro che hanno portato gli ingredienti primordiali sul nostro pianeta da cui poi si è evoluta la vita come la conosciamo, e anche buona parte dell'acqua che è sulla Terra. Quando le comete arrivano in prossimità del nostro pianeta formano una chioma luminosa, e questa coda di gas e di polveri può estendersi per milioni di chilometri nello spazio. Per questo possiamo vederle anche a occhio nudo. Nell'antichità si chiamavano stelle tutti i punti luminosi nel cielo, e la parola *cometa* deriva proprio dal greco, e significa *chioma dalla lunga capigliatura*. Purtroppo in passato le comete erano considerate portatrici di sciagure. Solo in epoca moderna abbiamo capito che sono corpi celesti legati al Sistema Solare. Nessuno sa con certezza quale fenomeno astronomico sia stato la stella di Betlemme. Alcuni ritengono che possa essersi trattato di una congiunzione planetaria, cioè un avvicinamento apparente di due pianeti come accade spesso tra Giove e Saturno, che magari in quel momento erano in apparenza particolarmente vicini. Altri pensano che si sia trattato del passaggio di una cometa visibile a occhio nudo, ipotesi che va per la maggiore: la cometa di Halley passò in quel periodo, nel 12 avanti Cristo, vicino al nostro pianeta, e fu osservata. Oppure potrebbe essersi trattato di una *nova* o di una *supernova*, cioè l'effetto dell'esplosione di una stella lontana visibile a occhio nudo anche sulla Terra. È difficile stabilire con certezza quale sia la natura della stella di Betlemme. Però è un simbolo a cui tutti guardano per il suo valore di orientamento e di speranza, di cui abbiamo molto bisogno, non solo in cielo. **M**

**Il fascino delle comete**

Probabilmente hanno avuto un ruolo nello sviluppo della vita sulla Terra, e non smettono di suscitare interesse e scalpore, com'è accaduto negli ultimi mesi con il passaggio della cometa interstellare 3I/ATLAS.