

Els asteroides potencialment perillosos

I gnasi Ribas

El passat dia 24 de juliol un fet astronòmic apareixia a les pàgines de la majoria de diaris i també als espais informatius de ràdios i televisions. Acostumats a notícies de descobertes del telescopi Hubble, a l'ocurrència d'eclipsis o bé al pas de cometes espectaculars, aquest cop les noves eren una mica diferents i alhora preocupants: s'havia anunciat la descoberta d'un asteroide que podria fer impacte amb la Terra l'any 2019 i amb potencial per causar una destrucció massiva. A l'asteroide en qüestió (descobert només divuit dies abans) se l'havia batejat com a 2002 NT7 i se li atribuïa un diàmetre d'uns 2 km. La probabilitat d'impacte amb la Terra es va estimar en només una entre un quart de milió. Què va fer doncs que s'anunciés la descoberta amb una certa alarma? En aquest article parlarem d'aquesta i altres qüestions relacionades amb els asteroides propers a la Terra.

Impactes d'asteroides i extincions massives

Fa ara uns vint anys, dos científics van proposar que l'impacte d'un asteroide d'uns 10 km de diàmetre podria ser el causant de l'extinció de dos terços de les espècies que habitaven la Terra, inclosos els dinosaures, fa 65 milions d'anys, just al límit entre el Cretaci i el Terciari (conegut com a K/T). Des de llavors s'han dut a terme investigacions detallades que han conduït a la descoberta de la possible empremta d'un cràter d'asteroide proper a la península de Yucatán (Mèxic). Tot i que l'impacte d'un asteroide no és l'única explicació plausible de l'extinció dels dinosaures, la proposta sí que ha fet adonar la comunitat científica que els efectes d'aquest tipus d'esdeveniment poden adquirir escala global i alterar sensiblement l'equilibri climàtic del nostre planeta.



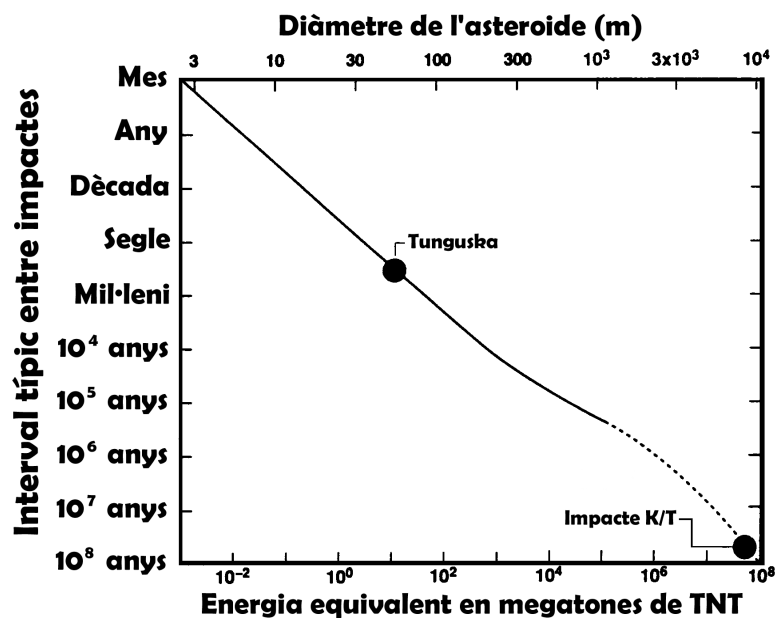
Representació artística de l'impacte d'un asteroide amb la Terra fa 65 milions d'anys (Cretaci/Terciari o K/T).

Quan el Sistema Solar tenia tan sols uns pocs centenars de milions d'anys, gran quantitat de material que no s'havia aglutinat es trobava orbitant lliurement entre els planetes. Aquest material (amb mides des de grans de pols a objectes de centenars de quilòmetres) anava essent capturat pels planetes i es produïen impactes freqüents. Aquesta etapa de l'evolució del Sistema Solar s'anomena de bombardeig. La major part del material interplanetari va desaparèixer durant l'etapa de bombardeig però no per complet. Molts dels objectes rocosos romanents es troben a l'anomenat Cinturó d'Asteroides, situat entre les òrbites de Mart i Júpiter.

Encara existeixen doncs, avui dia, nombrosos petits cossos en òrbites properes als planetes amb els quals poden eventualment fer impacte. Un clar exemple de la seva existència en són els bonics meteors o estels fugaços que es poden veure creuar el cel en una nit qualsevol.

La freqüència actual dels esdeveniments d'impacte ha estat ben estudiada i se'n coneixen les estadístiques amb certa precisió. Els resultats indiquen que el ritme d'impactes decreix exponencialment amb la mida de l'objecte. Per exemple, els meteors de 6 metres de diàmetre penetren a l'atmosfera amb una freqüència d'aproximadament un per any, mentre que els que tenen uns 100 metres de diàmetre només ho fan un cop cada mil·leni en mitjana.

El gràfic adjunt en dóna una idea més quantitativa. Els dos punts representats corresponen als esdeveniments de Tunguska (Sibèria, Rússia) l'any 1908 i a l'impacte del Cretaci/Terciari (K/T) a Yucatán (Mèxic) fa 65 milions d'anys. Cal fer notar que només aquells asteroides amb un diàmetre a l'entrada a l'atmosfera superior a uns 30-50 metres poden arribar a fer impacte a la superfície de la Terra. S'estima que d'aquests se'n produeixen de l'ordre d'un cada segle. Els objectes més petits són sublimats abans de fer contacte amb la superfície terrestre.

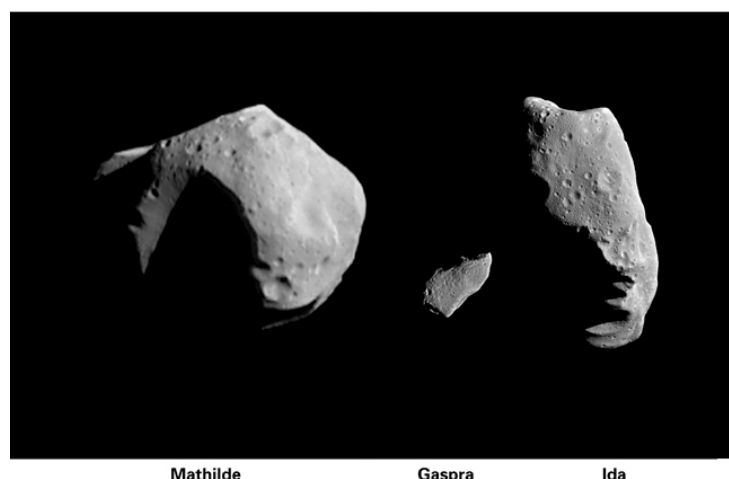


Per altra banda, la velocitat d'encontre de l'asteroide amb la Terra és normalment d'algunes desenes de quilòmetres per segon. Així doncs, per a objectes amb mides de l'ordre de quilòmetres, l'energia d'impacte és fenomenal, fàcilment superior a la potència destructiva de tot l'arsenal d'armes nuclears de la Terra. Recordeu que l'energia alliberada per la bomba atòmica d'Hiroshima va ser de "tan sols" 0.015 megatonnes. Les estimacions indiquen que per asteroides amb un diàmetre superior a 1.5 quilòmetres l'energia alliberada és tan gran que els efectes de l'impacte són globals. L'esdeveniment provoca una destrucció total a un cert radi (uns quants centenars de quilòmetres) del lloc d'impacte però a més projecta una quantitat enorme de pols a l'atmosfera que altera el clima a escala planetària: baixada de la temperatura, canvis en la pluviositat, descens de la insolació, ... Com veiem, les probabilitats d'un fenomen així durant la vida humana són prou minses (d'una entre unes deu mil), però les conseqüències són veritablement esfereïdores. L'asteroide 2002 NT7, amb un diàmetre de 2 quilòmetres, entra dins la categoria dels objectes amb capacitat destructiva global.

Els nostres veïns del Sistema Solar: els NEOs

Com ja hem dit, hi ha gran quantitat de petits objectes de mida sub-planetària que orbiten en el Sistema Solar. Una fracció d'ells tenen òrbites prou properes a la de la Terra i que fan que hi poguessin eventualment col·lisionar. Aquests objectes s'anomenen genèricament NEOs, de l'anglès *Near-Earth Objects*, i es defineixen com a objectes que s'acosten a menys de 1.3 unitats astronòmiques del Sol. Dins de la categoria general de NEOs es distingeixen dues classes més: els NEAs, cossos rocosos com els asteroides, i els NECs que són cossos de tipus cometari. Encara més, els NEAs es classifiquen segons els seus paràmetres orbitals. Així, se'n distingeixen tres classes: els Atenas, Apollos i Amors, batejats segons el prototipus de la seva classe, i que es diferencien per la mida dels seus semieixos orbitals.

Aquesta composició a escala real mostra tres imatges d'asteroides obtingudes per les sondes NEAR i Galileo. El diàmetre dels asteroides es d'uns 17 km en el cas de Gaspra i d'uns 60 km per Mathilde i Ida.



Mathilde

Gaspra

Ida

Arran de nombrosos estudis, tant els científics com les autoritats de diversos països han pres consciència que l'impacte per part d'un asteroide o cometa suposa un risc que cal avaluar i conèixer. És per això que s'han endegat en els darrers anys diversos programes prou ambiciosos per a la descoberta i catalogació d'aquests objectes. Avui dia hi ha uns sis o set projectes en operació, el més efectiu dels quals s'anomena LINEAR (Lincoln Near-Earth Asteroid Research) de la NASA, i tenen com a objectiu aconseguir el cens del 90% dels NEOs amb una mida superior a 1 km durant 10 anys d'operació. S'estima que existeixen aproximadament un miler d'aquests objectes. De moment s'han descobert 2021 NEOs dels quals 613 tenen una mida estimada superior a 1 km.

Les escales de Palermo i Torino

Una altra classificació paral·lela dels NEOs fa referència al possible risc que suposen per a la Terra. D'aquesta manera, es classifiquen com a asteroides potencialment perillosos, PHAs (de l'anglès *Potentially Hazardous Asteroids*), aquells que es poden apropar a menys de 0.05 Unitats Astronòmiques i tenen un diàmetre superior a 150 m. Els cens actual indica que es coneixen ja 454 d'aquests PHAs.

En diverses reunions de la comunitat científica especialitzada es va decidir d'establir escales per a mesurar quantitativament i de manera individualitzada el risc que suposa cada PHA descobert. L'escala de Palermo assigna un risc d'impacte a cada asteroide tot combinant la probabilitat d'encontre, la mida de l'asteroide i l'energia de la col·lisió. L'escala es logarítmica (com les magnituds de les estrelles) i pren valors tant negatius com positius. Un valor inferior a -2 indica que el risc de conseqüències importants és menyspreable, un valor d'entre -2 i 0 fa recomanable un estudi i seguiment més detallat de l'objecte, mentre que valors positius de l'índex indiquen esdeveniments realment preocupants. Com es veu a la taula de sota, fins ara el valor més gran que assolix un NEO és de -2.44 . L'escala de Torino és anàloga a la de Richter per a terratrèmols i a més de tenir en compte la probabilitat de l'esdeveniment fa també referència al seu poder destructiu. L'escala de Torino és la que s'ha decidit d'adoptar per a comunicar al públic el nivell de preocupació per un esdeveniment concret. S'utilitzen doncs onze nivells entre 0 i 10 que, en ordre creixent, indiquen la certesa i la capacitat de destrucció de l'esdeveniment. Una explicació detallada de cada nivell es proporciona a la taula de la pàgina següent. Pot ser prou útil de familiaritzar-se amb aquesta escala perquè esdevindrà l'estàndard en un futur per a referir-se a aquest tipus d'esdeveniments. De moment hi ha un sol objecte classificat amb un índex d' 1 , i tota la resta dels descoberts tenen índex 0 .

A la taula següent hi apareixen els PHAs que suposen una amenaça més gran (índex de Palermo superior a -4), tot i que aquesta sigui del tot menyspreable, durant els propers 100 anys:

Designació	Interval d'anys	Impactes potencials	Prob. d'impacte (acum.)	Velocitat (km/s)	Diàmetre (km)	Escala Palermo	Escala Torino
1997 XR2	2101-2101	2	$9.7 \cdot 10^{-5}$	7.17	0.230	-2.44	1
1979 XB	2056-2101	3	$3.3 \cdot 10^{-7}$	24.54	0.685	-3.07	0
2000 SG344	2068-2101	68	$1.8 \cdot 10^{-3}$	1.37	0.040	-3.08	0
2000 QS7	2053-2053	2	$1.3 \cdot 10^{-6}$	12.32	0.420	-3.27	0
1994 UG	2025-2102	85	$7.3 \cdot 10^{-6}$	6.31	0.187	-3.37	0
1994 WR12	2054-2074	49	$2.7 \cdot 10^{-5}$	9.87	0.129	-3.39	0
1994 GK	2051-2071	7	$6.1 \cdot 10^{-5}$	14.87	0.050	-3.83	0
2000 SB45	2074-2101	83	$1.5 \cdot 10^{-4}$	7.54	0.050	-3.86	0
2001 CA21	2020-2073	4	$1.7 \cdot 10^{-8}$	30.66	0.678	-3.89	0
1998 HJ3	2100-2100	2	$7.2 \cdot 10^{-8}$	24.23	0.700	-3.93	0

L'escala de Torino

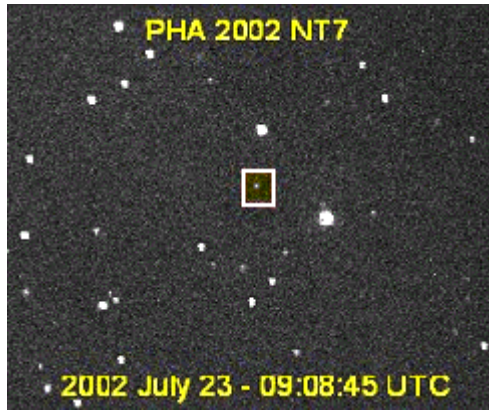
Esdeveniments sense conseqüències (Zona blanca)	0	La probabilitat de col·lisió és menyspreable o bé en cas de col·lisió l'objecte no arribaria a la superfície de la Terra.
Esdeveniments que mereixen seguiment (Zona verda)	1	La probabilitat de col·lisió és molt baixa, semblant a la d'un altre objecte de mida semblant que impacti amb la Terra durant les properes dècades.
Esdeveniments preocupants (Zona groga)	2	Un encontre proper però no inusual. La col·lisió és poc probable.
	3	Un encontre proper amb una probabilitat de l'1% o superior i capaç de causar destrucció local.
	4	Un encontre proper amb una probabilitat de l'1% o superior i capaç de causar devastació regional.
Esdeveniments amenaçadors (Zona taronja)	5	Un encontre proper amb una amenaça significativa de col·lisió i capaç de provocar una devastació regional.
	6	Un encontre proper amb una amenaça significativa de col·lisió i capaç de provocar una catàstrofe global.
	7	Un encontre proper amb una amenaça molt significativa de col·lisió i capaç de provocar una catàstrofe global.
Col·lisions segures (Zona vermella)	8	Una col·lisió capaç de causar destrucció localitzada. Succeïxen un cop cada entre 50 i 1000 anys.
	9	Una col·lisió capaç de causar devastació regional. Succeïxen un cop cada entre 1000 i 100 000 anys.
	10	Una col·lisió capaç de causar una catàstrofe global. Succeïxen un cop cada 100 000 anys o més.

Val a dir que hi ha un asteroide, anomenat 1950 DA, que ha estat classificat amb un índex de +0.17 a l'escala de Palermo, cosa que el fa meritori d'un seguiment meticulós. De tota manera, no apareix encara a les llistes d'objectes potencialment perillosos perquè la data del possible impacte és el 16 de març de 2880. Per ara, les probabilitats de col·lisió són d'una entre tres-centes però ens queden encara més de vuit segles per a refinar els càlculs i avaluar-ne el risc. D'aquí a unes 35 generacions, els habitants de la Terra podrien enfrontar-se a l'amenaça de l'impacte d'aquest objecte de 1.1 km de diàmetre, però potser aquest no serà llavors el seu major maldecap...

La curta història de 2002 NT7

L'asteroide 2002 NT7, descobert el dia 6 de juliol de 2002, ha estat el primer NEO que esdevé prou famós per a aparèixer a molts dels noticiaris del món. Què va fer que la descoberta de l'asteroide 2002 NT7 es presentés amb tant de rebombori? Doncs la resposta és prou senzilla: la necessitat dels descobridors de fer populars les troballes del seu programa (cosa que va molt bé a l'hora de demanar diners) combinada amb els afamats periodistes ansiosos de notícies de caire catastrofista (especialment durant una època pobra en altres notícies com l'estiu). Val a dir que la repercussió de la notícia, lleugerament "adaptada" pels periodistes per a fer-la més impactant, va fins i tot espantar els científics que la van anunciar i van apressar-se fer un comunicat aclaridor i tranquil·litzador.

Allò que feia 2002 NT7 singular el dia 24 de juliol és que es tractava d'un dels primers asteroides amb una classificació d'1 en l'escala de Torino, amb una data prevista d'impacte relativament propera (l'1 de febrer de 2019) i amb una mida (2 km de diàmetre) i velocitat (26 km/s) prou grans per a causar una catàstrofe global. Tots aquests són ingredients prou suculents per a fer la notícia mereixedora de titulars. El problema és que no es va fer prou èmfasi en què només es disposaven d'un parell de setmanes d'observacions (molt poc per a un objecte amb un període orbital de 2 anys i mig) i que tot i així la probabilitat d'impacte no superava el valor d'una entre un quart de milió.



Dues imatges de l'asteroide 2002 NT7. La de l'esquerra va ésser obtinguda per John Rogers amb un telescopi de 30 cm de diàmetre, tot just un dia abans que aquest objecte saltés a la fama quan es va anunciar la seva possible trajectòria de col·lisió amb la Terra. La de sota va ser obtinguda per J. Ticha i M. Tichy el dia 19 de juliol amb un telescopi de 57 cm.



No gaire temps després, el passat 28 de juliol, es va emetre un altre comunicat anunciant que noves observacions i càlculs orbitals descartaven la possibilitat de que 2002 NT7 fes impacte amb la Terra en els propers 100 anys. L'asteroide, caigut en desgràcia, no només va passar a representar una amenaça menyspreable sinó que a més es va eliminar completament de les llistes de PHAs. La glòria de 2002 NT7 va durar, doncs, només quatre dies. De tota manera, essent un asteroide NEA de tipus Apollo, no és descartable que en un futur més o menys llunyà, acabi efectivament col·lionant amb la Terra. La incertesa inherent a les observacions fa que la data en què això hipotèticament pugui passar sigui encara una incògnita.

El vessant positiu de la breu fama de 2002 NT7 és que va fer adonar a un ampli ventall de públic que la col·lisió d'un asteroide amb la Terra no és només el tema de pel·lícules de ciència ficció. Tot i que no cal ser catastrofistes, l'amenaça és ben real i pot assolir proporcions desoladores. Encara que descobríssim un objecte en trajectòria d'impacte, no disposem encara de la tecnologia per a fer-hi front amb garanties. No es pot negar, però, que la necessitat de tenir un cens complet de NEOs potencialment perillosos és una tasca vital per a tots nosaltres. És per aquest motiu que cal potenciar els programes de cerca i catalogació d'aquests objectes i continuar-ne l'observació fins a determinar amb precisió els seus paràmetres orbitals. No només això, sinó que hi ha diverses missions en curs o en preparació que tenen com a objectiu d'estudiar asteroides i cometes *in situ* (NEAR, Deep Space 1, Stardust, Rosetta, Deep Impact). D'aquesta manera se'n podrà esbrinar la composició i estructura. Com a bons estrategs, el primer que cal fer amb un potencial enemic és conèixer-lo amb detall i després ja pensarem com combatre'l.

Més informació sobre NEOs i petits cossos del Sistema Solar la podeu trobar a la pàgina Web: <http://neo.jpl.nasa.gov/index.html> i també <http://impact.arc.nasa.gov/>, que contenen a més nombrosos enllaços a altres pàgines.