

*** NOVA ***

N. 1770 - 28 GIUGNO 2020

ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI

ASTEROID DAY 2020

“ASTEROIDI E DINOSAURI”



La Penisola dello Yucatán vista dalla Stazione Spaziale Internazionale. Crediti: Tim Peake/ESA

È almeno dal 1953 che è stata suggerita l'idea che uno o più asteroidi colpendo la Terra abbiano causato l'estinzione dei dinosauri^{1, 2}.

Nel 1980 Luis Álvarez, fisico e premio Nobel per la Fisica nel 1968, col figlio Walter, geologo, e altri ricercatori identificarono – presso la gola del Bottaccione, a Gubbio, e in varie altre zone nel mondo – una quantità di iridio molto maggiore del normale³ in strati sedimentari al confine Cretaceo-Paleocene (limite K-Pg, prima chiamato limite K-T, Cretaceo-Terziario). L'iridio è raro nella crosta terrestre: essendo molto denso precipitò col ferro nel nucleo terrestre nelle prime fasi di formazione del nostro pianeta. È invece abbondante negli asteroidi e nelle comete. Queste osservazioni permisero di ipotizzare un impatto asteroidale 65 milioni di anni fa.

Nel 1990 – trent'anni fa – la possibile area di impatto fu identificata in un cratere di circa 180 km di diametro sulla costa dello Yucatán in Messico che presentava le dimensioni e le caratteristiche previste.

Molti altri studi, anche recenti, hanno confermato questa ipotesi^{4, 5, 6, 7}, estraendo campioni ad una profondità compresa tra i 500 e i 1300 m, e migliorando la datazione a 65.95 milioni di anni fa, con un margine di errore di 40.000 anni.

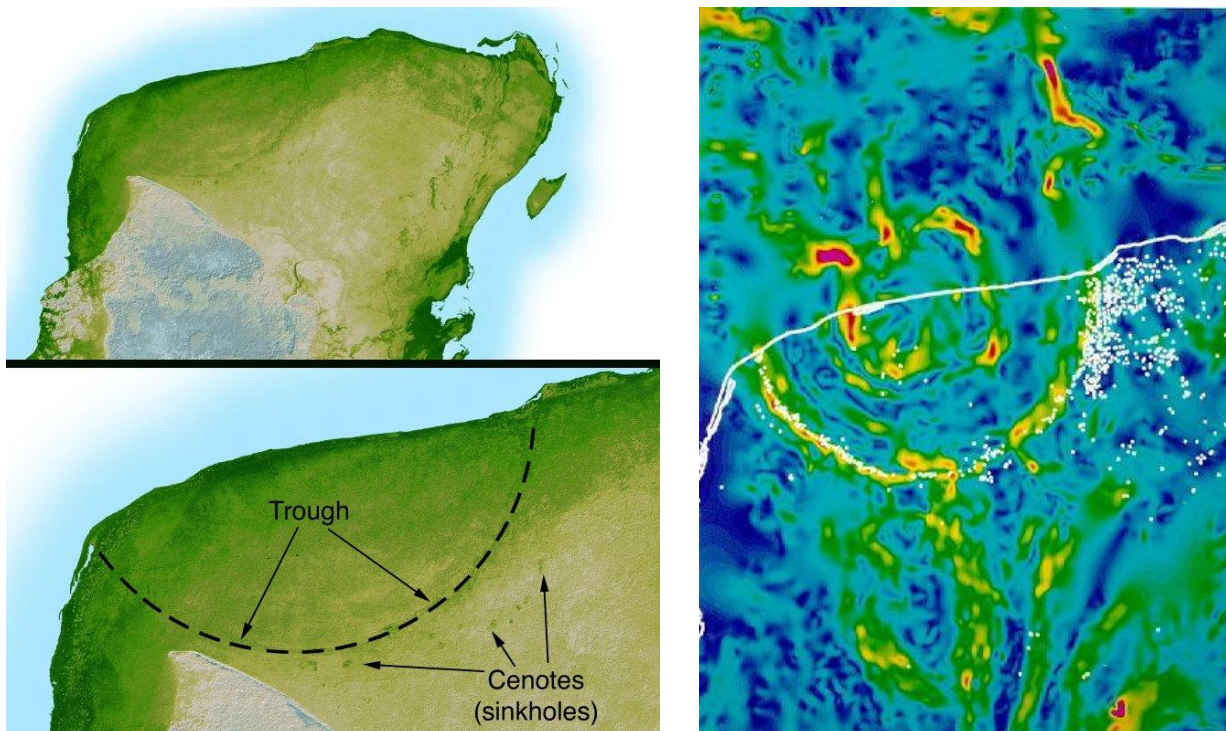


NEWSLETTER TELEMATICA APERIODICA DELL'A.A.S. PER SOCI E SIMPATIZZANTI - ANNO XV

La Nova è pubblicazione telematica aperiodica dell'A.A.S. - Associazione Astrofili Segusini di Susa (TO) riservata a Soci e Simpatizzanti.

È pubblicata senza alcuna periodicità regolare (v. Legge 7 marzo 2001, n. 62, art. 1, comma 3) e pertanto non è sottoposta agli obblighi previsti dalla Legge 8 febbraio 1948, n. 47, art. 5. I dati personali utilizzati per l'invio telematico della Nova sono trattati dall'AAS secondo i principi del *Regolamento generale sulla protezione dei dati* (GDPR - Regolamento UE 2016/679).

www.astrofilisusa.it



A sinistra, la Radar Topography della missione Shuttle STS-99 (NASA) ha rivelato parte dei 180 km di diametro del cratere sulla penisola dello Yucatán. Le numerose doline (Cenotes) raggruppate attorno alla depressione (Trough) del cratere suggeriscono un bacino oceanico preistorico.

A destra, mappa delle anomalie di gravità della struttura di impatto di Chicxulub. La costa è indicata da una linea bianca. Una sorprendente serie di elementi concentrici rivela la posizione del cratere. I punti bianchi rappresentano doline piene d'acqua (<https://archive.usgs.gov/archive/sites/soundwaves.usgs.gov/2003/05/meetings.html>).

Crediti: NASA/JPL-Caltech

L'impatto di un asteroide di 10 km di diametro (equivalente all'esplosione di circa 10 miliardi di bombe atomiche) causò incendi per migliaia di chilometri, violenti terremoti, di magnitudine 10-12, e uno tsunami che in 12 ore raggiunse l'entroterra dell'attuale Illinois. L'impatto vaporizzò inoltre le rocce ricche di gesso (solfato di calcio) rilasciando in atmosfera per decenni una quantità impressionante di zolfo (circa 325 miliardi di tonnellate) tale da oscurare parzialmente la luce del Sole, provocare piogge acide letali per vegetazioni e per la maggior parte degli organismi viventi, e innescare un cambiamento climatico globale di lunga durata.

(a.a.)

Riferimenti:

- ¹ A. O. Kelly e F. Datchile, *Target: Earth - The Role of Large Meteors In Earth Science*, Carlsbad, California, 1953
- ² De Laubenfels M.W., "Dinosaur Extinctions: One More Hypothesis", *Journal of Paleontology*, vol. 30, n. 1, 1956, pp. 207-218, <https://web.archive.org/web/20070928121425/http://www.norwebster.com/astrohit/>
- ³ Álvarez L.W., Álvarez W., Asaro F. and Michel H.V., "Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction", *Science*, vol. 208, n. 4448, 1980, pp. 1095-1108, <https://www.jstor.org/stable/1683699?seq=1> (Abstract)
- ⁴ Robert A. DePalma, Jan Smit, David A. Burnham, Klaudia Kuiper, Phillip L. Manning, Anton Oleinik, Peter Larson, Florentin J. Maurrasse, Johan Vellekoop, Mark A. Richards, Loren Gurche, and Walter Alvarez, "A seismically induced onshore surge deposit at the KPg boundary, North Dakota", *PNAS* April 23, 2019 116 (17) 8190-8199,
- ⁵ Joshua Sokol "La risposta definitiva sull'estinzione dei dinosauri", *Le Scienze*, 14 aprile 2020. https://www.lescienze.it/news/2020/04/14/news/fine_dibattito_estinzione_dinosauri_asteroide_eruzioni-4711279/
- ⁶ Pincelli M. Hull *et al.*, "On impact and volcanism across the Cretaceous-Paleogene boundary", *Science* 17 Jan 2020: Vol. 367, Issue 6475, pp. 266-272, <https://science.sciencemag.org/content/367/6475/266> (Abstract)
- ⁷ Collins G.S. *et al.*, "A steeply-inclined trajectory for the Chicxulub impact", *Nature Communications*, 11 (Published: 26 May 2020), <https://www.nature.com/articles/s41467-020-15269-x#Fig1>

Nelle prossime pagine riportiamo due articoli tratti da **MEDIA INAF**.

DINOSAURI, L'UNICO KILLER È L'ASTEROIDE

L'estinzione dei dinosauri, 66 milioni di anni fa, fu causata dall'alterazione del clima terrestre innescata dalla caduta di un asteroide di circa 10 km di diametro. I risultati delle ultime ricerche smentiscono lo scenario secondo il quale ci sarebbe stato un contributo all'evento da parte dell'eruzione vulcanica dei Trappi del Deccan, che si verificò anch'essa fra il Cretaceo e il Paleocene. Ecco come è stato possibile determinarlo. Da MEDIA INAF del 20 gennaio 2020 riprendiamo, con autorizzazione, un articolo di Albino Carbognani.



Un T. Rex assiste impotente e inconsapevole alla fine del suo mondo. Crediti: NASA

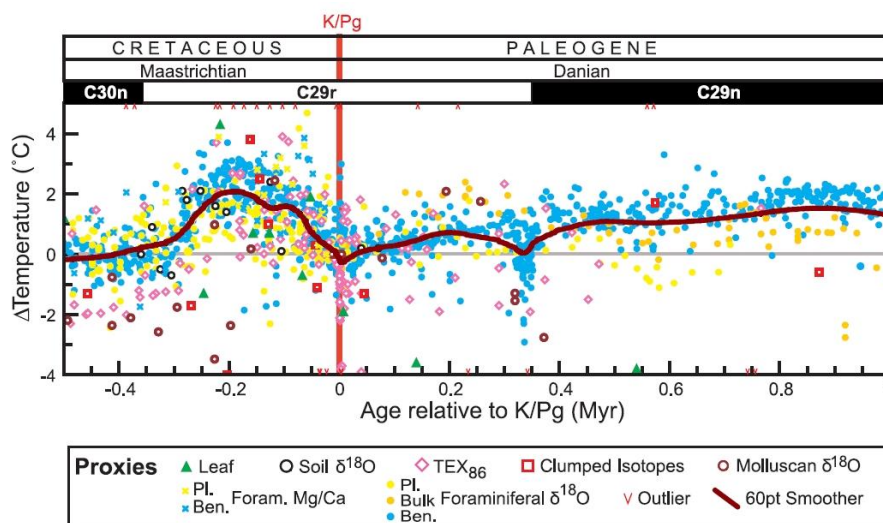
Se c'è un'estinzione di massa che è nota a tutti – adulti e bambini – è senz'altro quella dei dinosauri, avvenuta circa 66 milioni di anni fa. Per la verità non furono solo i dinosauri a scomparire dalla scena, ma circa il 75 per cento delle specie viventi all'epoca. Questo evento è tecnicamente noto come estinzione del Cretaceo-Paleocene (o evento K/Pg). Fu proprio grazie a questo impatto che i mammiferi iniziarono la loro ascesa, occupando le nicchie ecologiche che si erano improvvisamente liberate.

La svolta per capire la causa di questa estinzione di massa si ebbe nel 1980, in seguito alle analisi effettuate dal fisico e premio Nobel Luis Walter Alvarez su antichi sedimenti marini – databili fra 185 e 30 milioni di anni fa – affioranti nell'Appennino umbro (nei dintorni di Gubbio). Alvarez e colleghi scoprirono, infatti, la presenza di uno strato di argilla scura (databile a circa 66 milioni di anni fa), dello spessore di circa 1 cm, con una concentrazione molto elevata di iridio (circa 30 volte superiore al normale). L'iridio è un metallo siderofilo e nella crosta terrestre è rarissimo perché sprofondato, insieme al ferro, nel nucleo del nostro pianeta durante la fase di differenziazione gravitazionale. Al contrario, l'iridio è molto abbondante nelle meteoriti (e quindi negli asteroidi di cui le meteoriti sono i frammenti), dove è presente in misura mille volte superiore rispetto alla crosta terrestre. Da qui la formulazione della teoria sulla caduta di un asteroide di circa 10 km di diametro come responsabile dell'estinzione dei dinosauri: l'evento, alterando il clima terrestre, avrebbe portato all'estinzione dei meno adatti a sopravvivere. La successiva scoperta del cratere di Chicxulub – una struttura da impatto di circa 200 km di diametro, parzialmente sepolta al di sotto della penisola dello Yucatan, nel golfo del Messico – fu un'ulteriore prova a sostegno della teoria di Alvarez.

Pur essendo le prove della caduta di un asteroide incontestabili, si riteneva che l'estinzione di massa fosse stata coadiuvata anche da un periodo molto intenso di eruzioni vulcaniche, della durata di circa 30 mila anni, che immisero nell'atmosfera un'enorme quantità di ceneri e gas vulcanici (fra cui il biossido di zolfo e il biossido di carbonio), contribuendo così al rapido cambiamento climatico. Quale paleovulcano potrebbe avere alterato il clima così profondamente a livello globale? La risposta è: i Trappi del Deccan, una serie di imponenti colate stratificate fatte di basalto che si trovano nell'Altopiano del Deccan, nell'India occidentale. Si tratta di una delle regioni vulcaniche più estese della Terra, con un'età di circa 66 milioni di anni, coincidente quindi con quella dell'estinzione di massa.

Ma i due eventi – asteroide ed eruzione – sono stati realmente coincidenti? E l'eruzione vulcanica ha avuto un ruolo nell'estinzione di massa? Ha cercato di fare chiarezza la geologa Pincelli Hull, della Yale University, in un articolo pubblicato venerdì scorso su Science. Come già detto, il problema è la risoluzione temporale degli eventi: se è troppo grossolana, è impossibile dire se l'eruzione abbia rafforzato gli effetti della caduta dell'asteroide o meno. Hull e colleghi si sono concentrati sull'emissione dei gas vulcanici, in particolare

dell'anidride carbonica, che – essendo un gas serra – deve avere provocato un aumento di temperatura in coincidenza con l'eruzione. Come “termometro” il team ha prelevato carote di sedimenti marini oceanici, e ha analizzato prevalentemente le variazioni del rapporto O18/O16 (ossia il rapporto fra gli isotopi 16 e 18 dell'ossigeno), presente nei foraminiferi e nei molluschi fossili.



Le variazioni di temperatura globale al limite K/Pg determinate con foraminiferi e molluschi fossili.

Crediti: Hull *et al.*, *Science* 367, 266-272, 2020

In natura l'ossigeno è presente in due isotopi: O16 e O18, appunto, con il primo che costituisce il 99 per cento degli atomi. Quando nella molecola di acqua si trova l'O16, essendo più leggera di quelle che contengono l'O18, evapora più facilmente. Se il periodo è caldo, l'acqua leggera compie il suo normale ciclo di evaporazione – condensazione – pioggia e ritorna al mare, quindi il rapporto O16/O18 resta invariato. Nei periodi freddi, invece, l'acqua che evapora viene intrappolata nelle calotte polari, quindi in mare aumenta la frazione di acqua che contiene l'O18. Di conseguenza, nei periodi di temperatura più bassa si trova una maggiore quantità di acqua con l'O18 che i foraminiferi utilizzano per costruire il loro guscio di calcare che si ritrova nei fossili. Da qui la correlazione fra il rapporto O18/O16 e la temperatura dell'acqua dell'oceano. Esaminando le variazioni di O18/O16 (e anche quelle degli isotopi del carbonio C13/C12), i ricercatori hanno scoperto che c'è stato un evento di aumento della temperatura attorno ai 2 °C circa 200mila anni *prima* dell'evento K/Pg. Dopo un calo di temperatura in coincidenza con lo strato K/Pg, c'è stata una crescita della temperatura che ha superato 1 °C circa 600mila anni dopo l'estinzione dei dinosauri (vedi il grafico qui sopra).

Tenendo presenti questi dati sull'andamento delle variazioni di temperatura, Hull e colleghi hanno cercato di stabilire la cronologia dell'emissione di anidride carbonica dai Trappi del Deccan. A questo scopo hanno usato un modello climatico globale e cinque diversi scenari per l'emissione dei gas vulcanici, per valutare quale scenario permettesse di ricostruire al meglio le variazioni osservate di temperatura. Dei cinque scenari considerati, solo due – *eruzione prima dell'impatto*, oppure *eruzione in corso durante l'impatto* – hanno superato questo test. Quindi, in ogni caso, la maggior parte – o almeno il 50 per cento – dei gas prodotti dai Trappi del Deccan sono stati emessi in atmosfera molto prima della caduta dell'asteroide, e non da 10mila a 60mila anni prima come si riteneva in precedenza. Chiaramente non si è verificata nessuna estinzione di massa in conseguenza dell'eruzione, altrimenti ce ne sarebbe traccia nei fossili. Di conseguenza, concludono gli autori dello studio, la caduta dell'asteroide è stata l'unica causa dell'estinzione K/Pg. Al confronto, l'eruzione dei Trappi del Deccan è stato solo un piacevole diversivo.

Albino Carbognani

<https://www.media.inaf.it/2020/01/20/dinosauri-killer-asteroide/>

<https://science.sciencemag.org/content/367/6475/266> (Abstract)

Pincelli M. Hull, André Bornemann, Donald E. Penman, Michael J. Henehan, Richard D. Norris, Paul A. Wilson, Peter Blum, Laia Alegret, Sietske J. Batenburg, Paul R. Bown, Timothy J. Bralower, Cecile Cournede, Alexander Deutsch, Barbara Donner, Oliver Friedrich, Sofie Jehle, Hojung Kim, Dick Kroon, Peter C. Lippert, Dominik Lorocho, Iris Moebius, Kazuyoshi Moriya, Daniel J. Peppe, Gregory E. Ravizza, Ursula Röhl, Jonathan D. Schueth, Julio Sepúlveda, Philip F. Sexton, Elizabeth C. Sibert, Kasia K. Śliwińska, Roger E. Summons, Ellen Thomas, Thomas Westerhold, Jessica H. Whiteside, Tatsuhiko Yamaguchi e James C. Zachos, “On impact and volcanism across the Cretaceous-Paleogene boundary”, *Science* 17 Jan 2020: Vol. 367, Issue 6475, pp. 266-272



LETALE L'ANGOLO DI IMPATTO DELL'ASTEROIDE

Su Nature Communication uno studio ricostruisce l'angolo di impatto dell'asteroide che 66 milioni di anni fa ha colpito la Terra, oscurato il Sole e causato la morte del 75 per cento degli esseri viventi. I dinosauri sono stati vittime del peggior scenario possibile: l'angolo di 60 gradi con cui il corpo celeste ha impattato la superficie terrestre è stato devastante. Da MEDIA INAF del 29 maggio 2020 riprendiamo, con autorizzazione, un articolo di Davide Coero Borga.



Crediti: Chase Stone

Le simulazioni eseguite alla Dirac High Performance Computing Facility, del britannico Science and Technology Facilities Council (Stfc), parlano chiaro: l'asteroide ha colpito la Terra con un angolo di circa 60 gradi, sollevando il polverone più grande della Storia: miliardi di tonnellate di zolfo che hanno oscurato il Sole e gettato il pianeta in un lungo e gelido inverno che ha ucciso il 75 per cento degli esseri viventi, cancellando per sempre dalla faccia della Terra i dinosauri.

Non poteva andare peggio. «I dinosauri hanno dovuto fare i conti con la più sfavorevole delle condizioni», spiega Gareth Collins dell'Imperial College di Londra, primo autore dello studio pubblicato su Nature Communications. «L'impatto dell'asteroide ha riempito l'atmosfera terrestre di una quantità di gas serra impressionante. Le simulazioni 3D e i dati geofisici raccolti nel punto d'impatto (il cratere Chicxulub in Messico, ndr) suggeriscono che il corpo celeste abbia colpito la Terra con un angolo di 60 gradi e provenendo da nord-est. Condizioni che rientrano nel peggiore degli scenari possibili quanto a mortalità per specie viventi».

I rilievi nell'area limitrofa al cratere Chicxulub hanno riscontrato elevate quantità di acqua, carbonati porosi e rocce di evaporite. Una vera e propria "polveriera" capace di generare una gigantesca nube di anidride carbonica, zolfo e vapore acqueo, se stuzzicata da un meteorite come quello caduto sul Messico 66 milioni di anni fa.

All'interno del cratere, che ha un diametro di 200 chilometri, i ricercatori dell'Imperial College di Londra, dell'Università di Friburgo e dell'Università del Texas ad Austin, hanno portato alla luce rocce che mostrano le eccezionali forze sviluppate nell'impatto. Dal confronto fra i campioni raccolti al centro del cratere, le rocce fratturate che costituiscono l'anello di montagne al bordo del cratere, e le rocce compatte che si trovano a una profondità di 30 chilometri sotto il punto di impatto, è stato possibile ricavare l'angolo di incidenza dell'asteroide.

Le simulazioni 3D hanno riprodotto queste osservazioni quasi esattamente.

Davide Coero Borga

<https://www.media.inaf.it/2020/05/29/dinosauri-peggio-di-cosi-si-muore/>

<https://www.nature.com/articles/s41467-020-15269-x> (Article)

G.S. Collins, N. Patel, T.M. Davison, A.S.P. Rae, J.V. Morgan, S.P.S. Gulick, IODP-ICDP Expedition 364 Science Party, N. Artemieva e T.J. Bralower, "A steeply-inclined trajectory for the Chicxulub impact", *Nature Communications*, 11 (Published: 26 May 2020)

<https://www.bbc.com/news/science-environment-52795929>