



The CLEAN PAPER

WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

Un record fossile del New Mexico complica l'ultimo capitolo dei dinosauri

Uno studio su Science ridata il Naashoibito Member nel New Mexico agli ultimi centinaia di migliaia di anni prima dell'impatto dell'asteroide. Conta perché gran parte delle migliori evidenze sui dinosauri di fine Cretaceo viene da più a nord. Il nuovo record meridionale suggerisce che il Nord America occidentale avesse ancora faune di dinosauri regionalmente distinte vicino alla fine, invece di una sola comunità uniforme e in dissolvenza. Non dimostra che ogni ecosistema di dinosauri al mondo fosse florido fino all'impatto; mostra perché un record fossile regionale può rendere una storia globale troppo liscia.

Written by Cinzia Vaglio · Cross-checked by Lucio Vaglio and Vera Rubin · Edited by Michele Renda · Figures by Lucio Vaglio and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *Late-surviving New Mexican dinosaurs illuminate high end-Cretaceous diversity and provinciality*, Andrew G. Flynn, Stephen L. Brusatte, Alfio Alessandro Chiarenza, Jorge García-Giron, Adam J. Davis, C. Will Fenley IV, Caitlin E. Leslie, Ross Secord, Sarah Shelley, Anne Weil, Matthew T. Heizler, Thomas E. Williamson, and Daniel J. Peppe, *Science* 390, 400-404 (2025) · DOI: [10.1126/science.adw3282](https://doi.org/10.1126/science.adw3282)

Un testimone meridionale vicino alla fine

Gli ultimi dinosauri vengono spesso raccontati attraverso le Grandi Pianure settentrionali: Montana, Dakota, il mondo di Hell Creek. Quel record è abbastanza buono da diventare familiare, e la familiarità ha il vizio di fingersi completezza. I fossili non sono distribuiti in modo uniforme perché la storia non è stata così gentile da archiviarsi per noi.

Un nuovo lavoro su Science aggiunge un testimone meridionale. Gli autori hanno studiato il Naashoibito Member nel San Juan Basin del New Mexico, un'unità rocciosa fossilifera la cui età è stata discussa per decenni. Se quei fossili fossero più antichi, direbbero poco sugli ultimi momenti prima dell'impatto dell'asteroide. Se fossero tardo-cretacei in senso stretto, conterebbero molto.

La risposta del lavoro è la seconda. Usando nuova geocronologia e magnetostratigrafia, il team sostiene che i principali orizzonti con dinosauri del Naashoibito Member si trovino entro circa **340.000 anni** dal limite Cretaceo-Paleogene. Questo colloca i dinosauri del New Mexico abbastanza vicini alla fine da parlare alla vecchia domanda: i dinosauri erano già in un lungo declino, oppure molti ecosistemi erano ancora regionalmente diversi quando arrivò l'impatto?

La risposta prudente non è "i dinosauri stavano tutti benissimo, poi boom". Quella frase ha buon ritmo e cattive maniere. La risposta migliore è più stretta e più utile: nel Nord America occidentale, un record meridionale ben datato sostiene l'immagine di faune tardive ancora regionalmente distinte, non di una singola comunità a bassa diversità che svaniva ovunque allo stesso tempo.

È abbastanza. Non ha bisogno di un cappello più rumoroso.



Bisti/De-Na-Zin Wilderness nel New Mexico, un paesaggio di badlands nella regione più ampia del San Juan Basin. L'immagine è contesto, non evidenza del lavoro Science: l'argomento dello studio poggia su strati fossiliferi datati, non sul paesaggio.

Bob Wick / BLM California CC BY 2.0

Che cosa significa qui "entro 340.000 anni"?

L'impatto dell'asteroide e il limite Cretaceo-Paleogene sono datati a circa **66,052 milioni di anni fa**. La domanda è dove si collocano le rocce fossilifere rispetto a quella linea.

Gli autori non hanno datato direttamente ossa di dinosauro e chiuso la questione. Hanno datato granuli minerali vulcanici, soprattutto sanidino, da arenarie nella sezione del Naashoibito usando **geocronologia** $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, e hanno combinato quelle date con la **magnetostратigrafia**: il record delle inversioni del campo magnetico terrestre conservato nelle rocce. La versione breve: un campione dà un'età massima di deposizione di **$66,87 \pm 0,04$ milioni di anni**, un altro campione fossilifero dà **$66,38 \pm 0,08$ milioni di anni**, e il pattern magnetico colloca la parte superiore della sezione nell'ultimo intervallo a polarità inversa del Cretaceo. Insieme, questi vincoli mettono i principali orizzonti con dinosauri molto vicino al limite. È un orologio geologico, non un cronometro, ma è abbastanza vicino da cambiare l'argomento.

Che cosa hanno fatto gli autori

Il team ha combinato due tipi di lavoro che hanno bisogno l'uno dell'altro. Primo, ha stretto l'età del Naashoibito Member. L'unità si trova sopra rocce campaniane più antiche e sotto rocce paleoceniche precoci, ma la sua età esatta è stata contestata: alcune interpretazioni precedenti la collocavano attorno a 70-69 milioni di anni fa, altre sostenevano un'età tardo-cretacea finale, e qualche affermazione spingeva perfino parti del record nel Paleocene. Gli autori hanno misurato sezioni, campionato località con dinosauri, datato granuli di sanidino detritico con metodi $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ e legato la sezione a intervalli noti di polarità magnetica.

Secondo, hanno chiesto che aspetto avesse la fauna nel contesto. Hanno assemblato dati di occorrenza di vertebrati terrestri e d'acqua dolce del Nord America occidentale attraverso Campaniano, Maastrichtiano e primo Paleocene, poi hanno usato metodi ecologici e biogeografici per testare se le faune fossero regionali o uniformi. La parola chiave è **provincialità**: se regioni diverse avessero comunità distinte, invece degli stessi animali ovunque.

Conta perché una versione della storia tardiva dei dinosauri dice che il Nord America occidentale diventò più omogeneo nel Maastrichtiano, con meno differenze regionali e una fauna più cosmopolita. Un sistema più uniforme e meno diversificato è più facile da immaginare come vulnerabile prima dell'asteroide. Un sistema regionalmente strutturato racconta una storia diversa.

Che cosa hanno trovato

La datazione è il cardine. Due campioni del Naashoibito con dinosauri portano vincoli del Maastrichtiano finale. Un campione di arenaria, H08-Sand-08, ha prodotto un'età massima di deposizione di **66,87 ± 0,04 milioni di anni**. Un campione dal "34-Bone Site", che contiene uno scheletro parziale di adrosauro lambeosaurino, ha prodotto un'età massima di deposizione di **66,38 ± 0,08 milioni di anni**. Combinati con il record di polarità magnetica, gli autori collocano i principali orizzonti del Naashoibito con dinosauri entro circa **340.000 anni** dal limite K-Pg.

Questo rende il record del San Juan Basin ampiamente contemporaneo alle faune più note di Hell Creek più a nord. Lo separa anche dai dinosauri della più antica fauna Nacimiento del Paleocene di circa **700.000 anni**, cosa importante perché nessuno vuole mettere per errore dinosauri non aviani dalla parte sbagliata del limite di estinzione. Sarebbe disordinato, e anche sbagliato.

Il risultato ecologico è l'altra metà. Attraverso gli intervalli del Cretaceo finale analizzati, gli autori hanno trovato evidenza di **due bioprovince** nel Nord America occidentale. I dinosauri, analizzati da soli, si separavano in due bioprovince in tutti gli intervalli tardo-cretacei dello studio. Il lavoro sostiene che queste differenze regionali non collassarono semplicemente in una fauna uniforme prima dell'impatto dell'asteroide.

Il driver non era solo una linea tracciata da nord a sud. Le analisi indicano la **temperatura** come fattore principale nel modellare quelle bioprovince nel Cretaceo, con la geografia in un ruolo secondario. Le regioni meridionali più calde potrebbero aver favorito alcuni animali, come i sauropodi, mentre le regioni settentrionali più fredde ne favorivano altri, come gli adrosaurini. Il punto non è che ogni provincia fosse più sana di ogni altra. È che la mappa tardo-cretacea aveva ancora struttura.

Che cosa questo *non* dimostra

- **Non** prova che i dinosauri ovunque sulla Terra fossero floridi fino all'impatto. Gli autori sono espliciti: questa resta in larga parte una storia nordamericana.
- **Non** cancella evidenze di declino in alcuni gruppi, regioni o analisi. Spinge contro una storia continentale troppo liscia, non contro ogni possibile versione di stress prima dell'estinzione.
- **Non** mostra che l'asteroide fosse irrilevante. L'impatto resta l'evento principale al limite; questo lavoro chiede che tipo di ecosistemi abbia colpito.
- **Non** trasforma il New Mexico in una finestra perfetta sull'intero pianeta. Aggiunge un dato meridionale che mancava a un record dominato da siti settentrionali.
- **Non** rende sicuro il titolo "floridi fino all'impatto". Quella è l'affermazione nella sua forma più larga, non il risultato nella sua forma più pulita.

Quanto sono solide le prove?

Per l'età degli orizzonti con dinosauri del Naashoibito, le prove nel testo principale sono abbastanza solide da contare. Gli autori combinano date radioisotopiche da granuli di sanidino detritico con magnetostatigrafia, e le date chiave si allineano con un'interpretazione tardo-cretacea finale. Il lavoro affronta anche direttamente la vecchia controversia su questi fossili: molto più antichi, tardo-cretacei finali, o addirittura paleocenici.

C'è ancora una cautela tecnica. La geocronologia dettagliata, l'interpretazione magnetica e le tabelle dei dati vivono nei materiali supplementari di Science. Il lavoro principale dà le affermazioni e i numeri necessari, ma un pass finale di pubblicazione dovrebbe controllare il supplemento prima di trattare ogni dettaglio metodologico come chiuso.

Per l'affermazione ecologica più ampia, le prove sono suggestive e utili, ma più dipendente dai modelli. Gli autori usano set di dati sulle occorrenze, clustering e ricampionamento per inferire bioprovince. È il tipo di strumento giusto per la domanda, ma significa anche che il risultato dipende da campionamento fossile, assegnazioni tassonomiche, bin temporali e dal modo in cui sono gestite le assenze. I record fossili sono dati con denti mancanti.

La lettura più sicura è quindi divisa: il record del New Mexico è un record meridionale tardo-cretaceo reale e importante; la conclusione che il Nord America occidentale mantenesse struttura faunistica regionale vicino alla fine è ben sostenuta dalle analisi degli autori; il salto da qui alla salute globale dei dinosauri va resistito.

Perché conta

Il vecchio dibattito sul declino dei dinosauri non riguarda solo i dinosauri. Riguarda quanto peso può portare un solo record fossile.

Se il miglior record di fine Cretaceo viene dalle Grandi Pianure settentrionali, è tentante lasciare che quel record rappresenti il continente, e poi lasciare che il continente rappresenti il mondo. È efficiente. È anche il modo in cui un pattern regionale diventa una storia globale prendendo l'ascensore senza biglietto.

Il risultato del New Mexico rende la storia meno liscia. Dice: guardate a sud. Ecco un'unità con dinosauri vicino al limite. Ecco faune che non duplicano semplicemente quelle settentrionali. Ecco evidenza che temperatura ed ecologia regionale contavano ancora a fine partita.

Questo non rende l'asteroide meno catastrofico. Semmai rende la catastrofe più netta. L'impatto non arrivò alla fine di un solo ecosistema semplificato. Colpì un insieme di mondi regionali che avevano ancora i propri assetti.

C'è anche una lezione più quieta nel lavoro. Una buona datazione cambia la narrazione. Un assemblaggio fossile senza un'età sicura può diventare una voce con le ossa. Mettilo nella parte giusta dell'orologio, e gli stessi fossili diventano evidenza.

In breve

Uno studio su *Science* riesamina il Naashoibito Member nel New Mexico, un'unità con dinosauri la cui età è stata a lungo discussa. Usando datazione $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ su sanidino detritico e magnetostratigrafia, gli autori vincolano i principali orizzonti con dinosauri entro circa 340.000 anni dal limite Cretaceo-Paleogene, rendendoli tra gli ultimi dinosauri non aviani noti in Nord America e ampiamente contemporanei alle faune di Hell Creek più a nord. Poi usano analisi ecologiche e biogeografiche delle occorrenze di vertebrati del Nord America occidentale per sostenere che le faune tardo-cretacee mantenessero struttura regionale: i dinosauri si separavano in due bioprovince, e la temperatura sembra essere stata un driver importante di quelle differenze. Il risultato spinge contro l'idea di una sola fauna di dinosauri continentale, a bassa diversità, che svaniva uniformemente prima dell'impatto dell'asteroide. Non prova la salute globale dei dinosauri, non risolve ogni dibattito sul declino e non mostra che tutti i dinosauri fossero floridi fino alla fine. Mostra che un record meridionale meglio datato rende la storia finale del Nord America più regionale, più strutturata e meno liscia.

Valutazione critica

Che cosa mostra il lavoro: Gli orizzonti con dinosauri del Naashoibito Member nel New Mexico sono tardo-cretacei finali, probabilmente entro circa 340.000 anni dal limite K-Pg, e il record dei vertebrati del Nord America occidentale sostiene bioprovince regionali persistenti vicino alla fine.

Che cosa è plausibile ma non dimostrato: Che molti ecosistemi di dinosauri fossero ancora robusti appena prima dell'impatto dell'asteroide; che la temperatura aiutasse a mantenere mondi faunistici settentrionali e meridionali distinti; che la vecchia idea di un semplice declino continentale sia troppo liscia.

Che cosa non mostra: Che i dinosauri ovunque fossero floridi; che nessun gruppo o regione fosse in declino; che l'asteroide non fosse il principale innesco dell'estinzione; che il New Mexico da solo riscriva il fine Cretaceo globale.

Limiti principali: Record fossile regionale; analisi di provincialità dipendente dai modelli; bias di campionamento fossile; geocronologia dettagliata e metodi di occorrenza ancora da controllare definitivamente contro i materiali supplementari di *Science*.

Quanta fiducia dovrebbe avere un lettore generale? Alta che il New Mexico fornisca ora un importante record meridionale di dinosauri tardo-cretacei. Buona che il Nord America occidentale mantenesse struttura faunistica regionale vicino alla fine. Bassa che questo possa essere compreso in "i dinosauri stavano bene ovunque fino all'asteroide". Il risultato reale è migliore: l'ultimo capitolo non era una sola storia continentale piatta.

Fonti

Flynn et al., Late-surviving New Mexican dinosaurs illuminate high end-Cretaceous diversity and provinciality, Science 390, 400-404 (2025)
<https://doi.org/10.1126/science.adw3282>