

Coesita y cráteres de impacto al final de la Edad de Hielo

Pierson Barretto

pierson.barretto@gmail.com

União Brasileira de Astronomia – UBA

Resumen

Desde 2007, cuando se presentó la hipótesis del Younger Dryas (YDIH), la comunidad científica ha buscado cráteres asociados al posible evento meteorítico. Tras la popularización de las imágenes de satélite de alta definición, la búsqueda de estas estructuras quedó al alcance de todos. Son miles, diseminadas por todo el mundo. A partir de las investigaciones del cráter Panela, en el estado de Pernambuco, Brasil, y de la identificación de estructuras lagunares elípticas con el mismo alineamiento, distribuidas en la región, así como de la recogida de impactitos y simulaciones de impacto meteorítico, fue posible presentar la hipótesis de cosmogenia de estas estructuras elípticas. Los análisis de XRD en los impactitos recogidos confirman el origen meteorítico de estas paleolagunas.

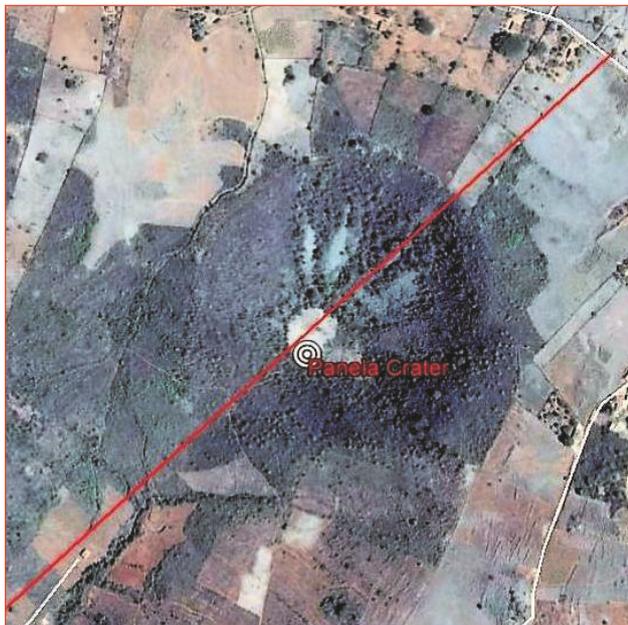
La hipótesis de impacto de Younger Dryas (YDIH) propone que el inicio del período frío del Younger Dryas (YD), al final del Último Período Glacial, hace unos 12.900 años, fue el resultado de algún tipo de evento cósmico. En 2007, el primer artículo del YDIH especuló que una explosión aérea causada por un cometa al impactar en la atmósfera sobre América del Norte creó una capa geológica límite del Younger Dryas (YDB). Sin embargo, se identificaron inconsistencias en otros resultados publicados, además de la ausencia de una probable estructura de impacto. Los autores aún no han respondido a las solicitudes de

aclaración. Algunos defensores del YDIH también propusieron que este evento desencadenó una extensa quema de biomasa, un breve ‘invierno de impacto’ que desestabilizó el clima y provocó el episodio del Younger Dryas de cambio climático abrupto, contribuyendo a la extinción de la megafauna del Pleistoceno tardío y al colapso de la cultura Clovis en América del Norte.

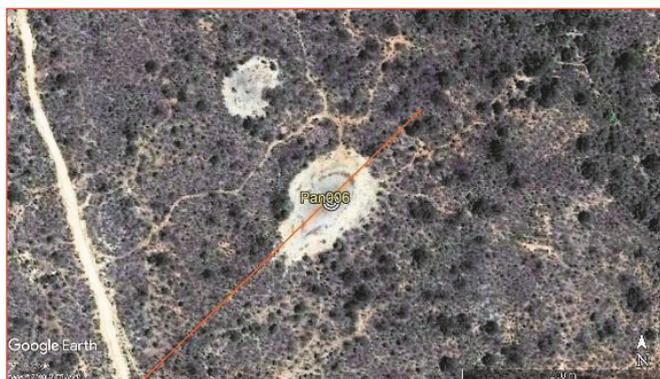
La hipótesis de cosmogenia de las paleolagunas fue investigada a partir de la popularización de las imágenes de satélite de alta definición (2009), lo que permitió identificar estructuras lagunares elípticas alineadas con el cráter de Panela en el Nordeste brasileño. Se realizaron visitas de campo en varios campos de cráteres en los estados de Pernambuco, Paraíba, Piauí, Bahía y Alagoas para recoger impactitos, es decir, rocas fundidas del lugar de impacto de grandes meteoritos. A más de 2.000 km, en el interior de Bolivia, se encuentran cientos de estructuras lagunares elípticas rigurosamente con el mismo alineamiento del cráter de Panela (Barretto; Erdtman/2018).

El cráter de Panela está situado en el municipio de Santa Cruz da Baixa Verde (PE) y, a 8 km al noroeste, en el municipio de Manaíra (PB), se encuentra la paleolaguna elíptica de Leonardo con el mismo alineamiento. A 38 km al suroeste, en el municipio de Serra Talhada (PE), varias paleolagunas (Pan 006/A-B) presentan también el mismo alineamiento. Y a más de 2.000 kilómetros de distancia, las paleolagunas de Bolivia presentan el mismo alineamiento

que el cráter Panela. No son formaciones eólicas.



Santa Cruz da Baixa Verde (PE) (arriba izquierda)
Manaíra (PB) (arriba derecha)
Serra Talhada (PE) (abajo izquierda)
Bolivia (abajo derecha)



A partir de un estudio estratigráfico realizado por arqueólogos brasileños e italianos (2005) en la paleolaguna del Quarí en São Raimundo Nonato, Piauí, fue posible identificar el perfil típico de los cráteres de impacto, con la presencia de una capa de rocas fundidas, las mismas encontradas en otras estructuras de la región. También fue posible inferir, a partir del intervalo (cm) de las dataciones con C14 de esporas vegetales en las capas estratigráficas, la edad del evento meteorítico: hace 12.900 años (Barretto/2012).

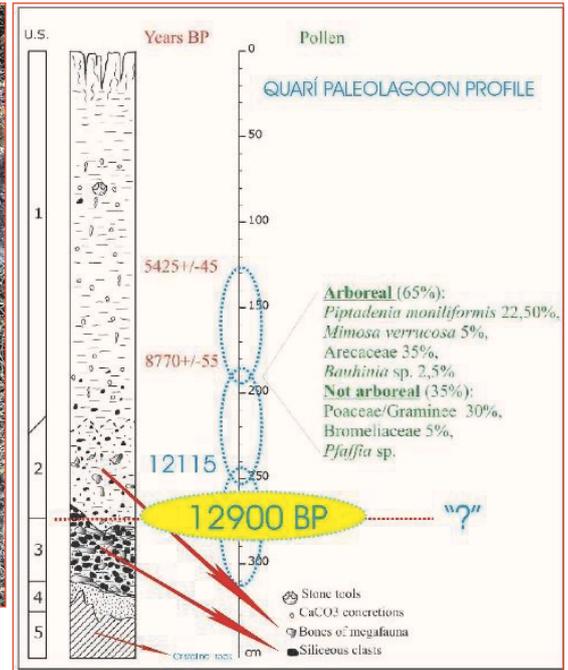
Estudios recientes (2025) de muestras de impactitos recogidos en campos de estructuras lagunares en el Nordeste de Brasil

identificaron la presencia de coesita. La coesita es un polimorfo de alta presión del cuarzo o de la microclina, lo que significa que tiene la misma composición química pero diferente estructura cristalina. En 1960, Edward C. T. Chao, en colaboración con Eugene Shoemaker, reportó por primera vez una ocurrencia natural de coesita en el cráter Barringer, en Arizona (EE. UU.), lo que evidenció que se había formado por impacto meteorítico. Tras este hallazgo, la presencia de coesita en rocas pasó a considerarse evidencia de eventos de impacto o explosiones atómicas.

En el presente estudio se analizaron mediante XRD siete (7) muestras de rocas de



Cuarzo fundido, Capivara, y perfil estratigráfico del lago de Quari.



cinco (5) estructuras circulares y elípticas situadas en el Nordeste brasileño, con el objetivo de evaluar su origen meteorítico a través de la identificación de coesita: Capivara 01 (196x153 m) en São Raimundo Nonato (PI), Palmeira 05 (doble, 50 m) en Palmeira dos Índios (AL), Pinhão (100 m) en Serra Talhada (PE), Panela (430x385 m) en Santa Cruz da Baixa Verde (PE), y Leonardo (320x250 m) en Manaíra (PB). La difracción de rayos X (XRD) es una técnica analítica que permite caracterizar la estructura de materiales cristalinos de forma no destructiva, proporcionando información sobre la composición química de rocas, minerales y suelos. Los análisis XRD fueron realizados (2025) en el Laboratorio de Mineralogía del Suelo (MineraLab) del Departamento de Agronomía de la Universidad Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). La coesita es un mineral de sílice (SiO₂) que se forma en condiciones de alta presión y temperatura moderada. Es un polimorfo del cuarzo, es decir, una forma cristalina diferente. La coesita puede formarse a partir del cuarzo o de la microclina, que se define como un mineral de silicato de potasio y aluminio (K(AlSi₃O₄)).

Estudios realizados por Maria Luisa Ceron Loayza (2022) en el pequeño cráter (13,5 m) de Carancas, en Perú, revelaron la presencia de coesita y estishovita (SiO₂), relacionados con altas presiones y temperaturas generadas por el choque de un meteorito. El evento de impacto de Carancas corresponde a la caída de un meteorito condrítico el 15 de septiembre de 2007, cerca de la aldea de Carancas, en Perú, próxima a la frontera con Bolivia y al lago Titicaca. El impacto creó un pequeño cráter en el suelo arcilloso y quemó la tierra de los alrededores. Los estudios mediante fluorescencia de rayos X dispersiva de energía, difracción de rayos X y espectroscopía Mössbauer de transmisión (a temperatura ambiente y 77 K) revelaron que las muestras del cráter consisten principalmente en cuarzo, albita e impactos como coesita y estishovita (SiO₂), que sufrieron metamorfismo de fase o alteraciones relacionadas con altas presiones y temperaturas, formando sus polimorfos correspondientes. La presencia de estas fases con alto contenido de SiO₂ en el suelo del cráter refuerza la hipótesis de un origen por metamorfismo inducido por impacto. También se observó un sexteto

magnético en el patrón Mössbauer, atribuido al Fe^{3+} en la hematita, y tres dobletes paramagnéticos: dos asociados a los cationes estructurales Fe^{3+} y Fe^{2+} en la ilita y/o montmorillonita, y un tercero debido a un sitio de Fe^{3+} no identificado.

Otros estudios realizados por Sobhi Nasir y colegas (2023) en el cráter de Mahout, en el desierto central de Omán, reportaron la primera evidencia de un posible cráter de impacto de hipervelocidad en el Sultanato de Omán. La determinación de su origen se basó en observaciones de campo, observaciones microscópicas de conos de estallido, fracturas planas (PFs) y características (FFs) en cuarzo, calcita y feldespato, así como en brechas polimícticas con distintos tipos de fusión. La estructura consiste en una cresta elíptica en forma de cuenco, de 750 m de longitud por 550 m de ancho, orientada aproximadamente de norte-noreste a sur-suroeste. La forma elíptica y la asimetría del relieve indican una colisión oblicua. El borde del cráter, que se eleva de 15 a 20 m sobre el suelo, está compuesto de cuarcita, jaspe, ágata, brecha silícea monomíctica y hematita, además de esquisto meta-

ción se compararon con el International Centre for Mineral Diffraction Data (ICCD, MineralogydatabasePDF-4/Minerals 2023, Card No. 040015-7165, Supplementary File S4). Los principales picos de coesita se encontraron en: $2\theta = 29,26$ (intensidad $I = 100,0$), $29,97$ ($I = 40,6$), $26,20$ ($I = 34,2$), $27,07$ ($I = 16,0$). El XRD representativo de coesita de la muestra PD9 (brecha eyectada) mostró coesita asociada a cuarzo ($2\theta = 26,6$), calcita ($2\theta = 29,4$) y microclina ($2\theta = 27,24$).

El resultado de los análisis XRD de las siete (7) muestras de impactitos —las rocas fundidas del lugar de impacto de grandes meteoritos— en las cinco (5) estructuras circulares y elípticas investigadas en el Nordeste brasileño identificó picos de coesita en todas las muestras, con 100 % de intensidad, en el intervalo de $26,4$ (relacionado con cuarzo) y $27,4$ (relacionado con microclina). Los principales picos de coesita presentaron los siguientes valores: Capivara preta: $26,4$; Capivara Quartz: $26,6$; Palmeira: $26,4$; Pinhão: $26,4$; Panela: $27,2$; Leonardo rosa: $27,4$; Leonardo roja: $27,4$.

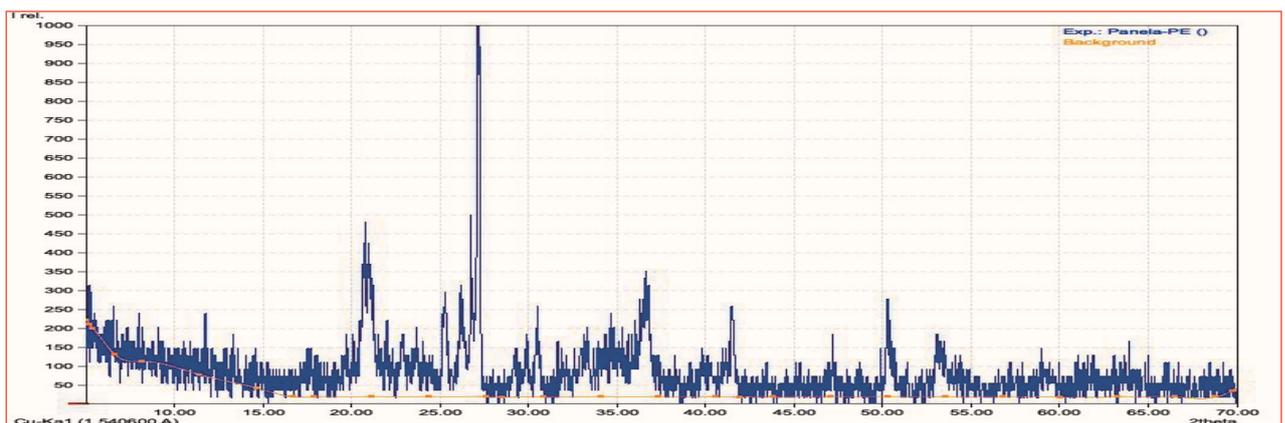


Gráfico de XRD del cráter Panela con intensidad del 100% y pico de coesita de 27,2.

morfizado. El análisis XRD de los agregados de coesita se realizó en algunos eyecta de brecha recogidos del fondo y del borde del cráter, asociados a cuarzo, feldespato, carbonato y/o celadonita secundaria y hematita. La coesita fue identificada con XRD en muestras de rocas de eyecta de brecha silícea y polimíctica. Los datos de difrac-

La coesita se forma bajo condiciones extremas de presión, unas 10.000 veces mayor a la presión atmosférica normal. Estas estructuras cosmogénicas, elípticas y alineadas, se encuentran en todos los conti-



Angola (arriba izquierda), **Sudáfrica** (arriba derecha), **Zambia** (abajo izquierda) y **Australia** (abajo derecha)

mentes. Una de ellas podría estar incluso en su propio jardín.

Son cientos de miles de cráteres elípticos y alineados distribuidos por todo el mundo, presentes en todos los continentes, visibles y accesibles para cualquiera desde la popularización de las imágenes de satélite de alta definición. Hace 12.900 años, al final de la Edad de Hielo, la Tierra atravesó la órbita de un cometa fragmentado: millones de meteoros explosivos, con la potencia de bombas atómicas, impactaron en todo el planeta, provocaron grandes incendios forestales, alteraron el clima, extinguieron animales y personas. Estas estructuras abren una perspectiva multidisciplinar de investigación, que incluye: astronomía, geología, paleontología, arqueología, ecología, climatología, turismo, educación científica, entre otras. ■

REFERENCIAS:

Barretto, Pierson, Paleolagunas Cósmicas?; Boletín Oficial de la Agrupación Astronómica de la Safor; España, marzo

–enero-febrero, Número 94, 2012. <https://www.astrosafor.net/Huygens/2012/94/huygens-94-paleolagunas.pdf>

Barretto, Pierson; Erdtmann, Bernd-Dietrich; Cosmogenia de paleolagunas del semiárido brasileño, Brazilian Journal of Development, Curitiba, Brasil, 2018. <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/17554/14244>

Loayaza, María Luisa Cerón, Minerals of a soil developed in the meteoritic crater of Carancas, Peru, and evidences of phase changes on the impact event, 2022 https://www.academia.edu/.../Minerals_of_a_soil_developed...

Nasir, Sobhi, et al., The Mahout Structure in the Central Desert of Oman: A Possible Simple Impact Crater, 2023 https://www.academia.edu/.../The_Mahout_Structure_in_the...

Para saber más sobre la cosmogenia de paleolagunas en el sitio COSMOPIER <https://web.facebook.com/profile.php?id=100064729625289>