

LAS ROCAS QUE CAYERON DEL CIELO

El origen de la meteorítica Ernst Florenz Chladni (1756-1827)

Jhonny Edgar CASAS¹

RESUMEN

Por muchos siglos, la idea de que rocas cayeran del cielo pareció inconcebible para los científicos. La creencia predominante era que los meteoritos tenían un origen terrestre, posiblemente originados por rocas expulsadas por volcanes o huracanes distantes, o que se habían formado de alguna manera en la atmósfera. Durante miles de años, personas de todo el mundo habían reportado tales fenómenos que a menudo eran únicamente considerados presagios divinos. No fue sino hasta 1794, cuando el físico alemán Ernst Florenz Chladni publicó el primer libro donde afirmaba la idea de que los meteoritos eran rocas que no se originaron en la Tierra, sino que provenían del espacio exterior. Recopiló todos los datos disponibles sobre varios meteoritos y concluyó que debían tener sus orígenes en el espacio. La comunidad científica de la época respondió con resistencia y burla. Pasó casi una década antes de que se alcanzase una aceptación general del origen extraterrestre de los meteoritos, lo que ocurrió principalmente después de que el científico francés Jean-Baptiste Biot, recogiese datos y testimonios sobre la caída de meteoritos en 1803, de los cielos de L'Aigle (Normandía), Francia. El informe de Biot se convirtió en la prueba definitiva que condujo a la final aceptación del origen extraterrestre de los meteoritos, tal y como Chladni lo había postulado en 1794. Gracias a esta publicación de Chladni, muchos científicos y expertos en el tema, lo han calificado como el «padre de los meteoritos».

ABSTRACT

*The rocks that fell from the sky - The Origin of Meteoritics
Ernst Florenz Chladni (1756-1827)*

For many centuries, the idea of rocks falling from the sky seemed inconceivable to scientists. The prevailing belief was that meteorites were of terrestrial origin, possibly originating from rocks ejected by distant volcanoes or hurricanes, or that they had somehow formed in the atmosphere. For thousands of years, people around the world had reported such phenomena, which were often simply considered divine omens. It wasn't until 1794 that German physicist Ernst Florenz Chladni was the first to publish a book, in which he affirmed the idea that meteorites were rocks that did not originate on Earth, but came from outer space. He compiled all the available data on various meteorites and concluded that they must have originated in space. The scientific community of the time responded with resistance and ridicule. Almost a decade passed before the extraterrestrial origin of meteorites was generally accepted, which occurred primarily after French scientist Jean-Baptiste Biot collected data and testimonies on meteorite falls in 1803, in the skies above L'Aigle (Normandy), France. Biot's report became the definitive proof, leading to the final acceptance of the extraterrestrial origin of meteorites, as Chladni had postulated in 1794. Thanks to this publication, many scientists and experts on the subject have called Chladni, the "father of meteorites."

Palabras clave: Meteoritos, música, Biot, Siena, L'Aigle, pallasitas

Keywords: Meteorites, music, Biot, Siena, L'Aigle, pallasites

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Antes del siglo XIX, los científicos se mostraban escépticos sobre la existencia de meteoritos. A pesar de los informes históricos de avistamientos de meteoros¹ que se remontan a la época griega, como el del filósofo Diógenes de Apolonia (460 a. C.-?), quien fue uno de los primeros en divulgar su idea de un origen espacial a este fenómeno. Diógenes escribió: «Con los astros visibles, giran piedras invisibles, y por ello carecían

de nombre. A menudo caen al suelo y se apagan, como la estrella de piedra que descendió en llamas sobre *Aegos Potami*» (HOREJSI 2019). Esto demuestra que algunos pensadores griegos ya poseían ideas tempranas de que los meteoritos eran rocas provenientes del espacio.

En el año 467 a. C., la ciudad de *Aegos Potami* (península de Galípoli), en la actual Turquía, sufrió un enorme impacto del meteorito que lleva su nombre. Este evento, marcó el

¹ MSc. Geología, McMaster University, Canadá. Escuela de Petróleo y Escuela de Geología, Minas y Geofísica (UCV). Correo-e: jcasas@geologist.com

pensamiento de la época, siendo mencionado en muchas fuentes griegas durante varios siglos. Plutarco (40-120 d. C.), por ejemplo, en su obra «Vidas paralelas», relata que la caída de la enorme roca sobre *Aegos Potami* fue interpretada como una señal que presagiaba la futura derrota ateniense en su guerra contra los espartanos (THEODOSSIOU *et al.* 2002; BATTISTA 2023).

También es fundamental mencionar al filósofo presocrático Anaxágoras de Clazómenas (500-428 a. C.), a quien se le atribuye la primera explicación racional de los eclipses, y también la idea de que el Sol era una masa de hierro incandescente, mientras que la Luna, era una roca de origen terrestre. Anaxágoras postuló que, en ocasiones, la fuerza de rotación de la Tierra arrancaba rocas de su propia superficie y las hacía girar alrededor de ella, ascendiendo gradualmente. Según su teoría, la fuerza y la vibración de la rotación podían causar deslizamientos o sacudidas, que hacían que estas rocas cayeran de nuevo hacia la Tierra, como fragmentos llameantes de roca y hierro (TORRIJOS 2013).

Si bien no se cuenta con muchas fuentes escritas provenientes directamente de los filósofos presocráticos, si se dispone de varias alusiones a sus teorías, interpretaciones y opiniones, enunciadas en obras posteriores. Sobre este punto BATTISTA (2023), hace referencia nuevamente al escrito de Plutarco, quien menciona a su vez al filósofo Anaxágoras de Clazómenas, en relación al evento de *Aegos Potami*: «Se cuenta que Anaxágoras había anunciado que cuando los cuerpos que están sujetos en el cielo sufrieran algún deslizamiento o alguna sacudida, sucedería la ruptura y caída de uno que se hubiera quedado desprendido; además cada una de las estrellas del cielo no está en el lugar en el que tuvo su origen, pues su brillo, dado que su naturaleza es pedregosa y pesada, surge por resistencia y refracción del éter y son arrastradas a la fuerza por la potencia y tensión del movimiento circular que las sujetaba, que en origen hizo que no cayeran en la Tierra, en la época en que los cuerpos fríos y pesados se separaron del conjunto» (Plutarco, Lisandro, 12, 2-3).

A pesar de que en numerosos autores de la antigüedad clásica, tanto griega como latina, se encuentran referencias escritas sobre las llamadas «lluvia de piedras» (*lapidibus pluit²*), estas fueron asociadas sobre todo a la actividad volcánica y fuertes vientos. Así lo expresó Plinio el Joven (61-112 d. C.) en el año 79 d. C., en cartas al historiador Cornelius Tacitus (CASAS 2025). En la gran mayoría de las ocasiones, estos eventos se interpretaban bajo una óptica de tipo religioso, como señales, advertencias o augurios divinos, normalmente considerados como malos presagios. Por muchos siglos, la idea de que rocas cayeran del cielo pareció inconcebible para los científicos. La creencia predominante era que los meteoritos tenían un origen estrictamente terrestre, originados por rocas expulsadas por volcanes, huracanes distantes o formados de alguna manera en la atmósfera. Ya para el siglo XVII, René Descartes (1596-1650), planteó la hipótesis de que, durante las tormentas, los rayos fundían el polvo atmosférico, convirtiéndolo en piedras de diferentes tamaños; una idea retomada y divulgada posteriormente por el famoso químico y

biólogo Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794) a finales del siglo XVIII (MARVIN 1996),

Durante cientos y cientos de años, personas de todo el mundo habían reportado tales fenómenos, que a menudo eran considerados únicamente como presagios divinos. Nadie se atrevía a imaginar que su origen estuviera fuera de la Tierra. A finales del siglo XVIII, la opinión científica seguía cuestionando la credibilidad de los relatos efectuados por observadores en diferentes partes del mundo, y el tema de las «rocas caídas del cielo» se descartó, considerándolo como una más de las supersticiones comunes.

No fue sino hasta 1794 cuando el físico alemán Ernst Florenz Chladni, publicó un libro donde afirmaba que los meteoritos eran rocas que no se originaron en la Tierra, sino que provenían del espacio exterior. Chladni recopiló todos los datos disponibles en esa época sobre varios meteoritos y, tras su análisis, concluyó que debían tener un origen cósmico. La comunidad científica de la época respondió con resistencia, incredulidad y burla ante dicha publicación. Pasó casi una década antes de que se comenzara a alcanzar una aceptación general del origen de los meteoritos como cuerpos rocosos provenientes del espacio (GOUNELLE 2006). Esto ocurrió principalmente después de que el científico francés Jean-Baptiste Biot (1774-1862), recogiese en persona datos y testimonios sobre la caída de miles de meteoritos en el año de 1803 desde los cielos de L'Aigle, Francia.

LA VIDA DE ERNST CHLADNI

Ernst Florenz Friedrich Chladni (Figura 1), nació el 30 de noviembre de 1756 en Wittenberg (Sajonia), una ciudad a orillas del río Elba, Alemania. Aunque su familia procedía de Kremnica, parte del entonces reino de Hungría (hoy Eslovaquia). Chladni descendía de una estirpe de reconocidos académicos y teólogos. Hijo único, desde muy joven se interesó por la geografía y la astronomía; sin embargo, su padre lo indujo a estudiar derecho (KNOFEL y RENDTEL 1994). Así pues, Chladni cursó estudios en Wittenberg y Leipzig, los cuales culminó con sendas tesis en leyes y en filosofía. Tras obtener el doctorado, y debido a la muerte de su padre en 1782, decidió dedicarse por completo a las ciencias naturales.

Impartió conferencias sobre leyes, ciencias naturales y matemáticas en la Universidad de Wittenberg entre 1783 y 1792. No obstante, debido a su bajo salario, intentó generar ingresos adicionales mediante inventos y descubrimientos. Durante esos años, se dedicó con ahínco a experimentar con fenómenos acústicos (KNOFEL y RENDTEL 1994). Un ejemplo destacado son las *Klangfiguren*, también denominadas «figuras de Chladni» (patrones formados por una sustancia granulada sobre una superficie plana en vibración), que le otorgaron gran fama. Dicha técnica fue publicada por primera vez en 1787 en su libro *Entdeckungen über die Theorie des Klanges* (Descubrimientos sobre la teoría del sonido).

Chladni inventó y perfeccionó varios instrumentos musicales. Entre ellos se puede mencionar el denominado

glasspiel o *verrillon* (1738), consistente en vasos de cerveza con diferentes cantidades de agua, que se volvió ampliamente popular en Europa. En 1791, concibió un instrumento musical llamado eufón (*euphonium*), fabricado en metal, y que consiste en varillas de vidrio que se frotan para producir diferentes tonos. Asimismo, en 1799, mejoró el denominado «cilindro musical» de Hooke para crear otro instrumento al que llamó clavicilindro (ULLMANN 2007).

Los instrumentos musicales desarrollados por Chladni fueron presentados en numerosas conferencias durante sus viajes por Europa. En 1794, viajó a San Petersburgo, donde ofreció una demostración de su eufón ante un público entusiasta, que incluía a la emperatriz Catalina II la Grande (1729-1796) (MARVIN 2007). Años después, en 1809, y gracias a la mediación del polímata francés Pierre-Simon Laplace (1749-1827), ofreció una demostración en el palacio de Las Tullerías (París), acerca de los patrones de sonido ante el emperador Napoleón Bonaparte (1769-1821) (ULLMANN 2007). Ese mismo año, Bonaparte premiaría a Chladni con 6000 francos por sus descubrimientos en el campo de la acústica. Los numerosos viajes efectuados le permitieron acceder a las bibliotecas de diversas universidades europeas y además, conocer a destacados científicos. Uno de los temas que captó su interés en esa época fue la naturaleza de las llamadas «bolas de fuego» (KNOFEL y RENDTEL 1994). En aquel entonces no existía una explicación satisfactoria para estos fenómenos y en 1793, Chladni comenzó a estudiar la literatura disponible acerca del tema, lo que culminó en la publicación en abril de 1794, de un libro con su propuesta de explicación a dichos fenómenos.

Las ideas desarrolladas por Chladni a partir de esta publicación, han llevado a muchos científicos y expertos en el tema, a calificarlo como el «padre de los meteoritos». Chladni, quien nunca contrajo matrimonio ni tuvo hijos, falleció a los 70 años de edad, el 3 de abril de 1827 en Breslavia, Baja Silesia, parte del entonces Reino de Prusia (hoy en día la ciudad de Wrocław, Polonia) (GARCÍA 2021). Su lugar de sepultura fue el *Großer Friedhof* (Gran Cementerio) de Breslavia; sin embargo, dicho camposanto fue destruido en 1956 durante la reorganización urbana de la ciudad. bajo el régimen comunista. Muchas tumbas históricas fueron removidas o se perdieron, por lo que hoy día se desconoce la ubicación exacta de su lugar de descanso.

EL LIBRO DE CHLADNI

Chladni se interesó en los meteoritos tras una conversación ocurrida a finales de 1792, con el científico alemán Georg Christoph Lichtenberg (1742-1799), profesor de física en la Universidad de Göttingen, sobre una bola de fuego que Lichtenberg supuestamente vio en el cielo de dicha ciudad en noviembre de 1791. Atónito por la sugerencia de Lichtenberg sobre un posible origen extraterrestre para estas bolas de fuego, Chladni comenzó su investigación buscando en la literatura informes de fenómenos similares, así como de masas de rocas que hubiesen caído por toda Europa y Norteamérica durante el último siglo; también recopiló cualquier relato de testigos

presenciales sobre estas bolas de fuego y de rocas caídas del cielo (CHLADNI 1794, 1798).



Figura 1. Retrato de Ernst F. F. Chladni. Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Echladni.jpg>

Durante varias semanas en la biblioteca de la universidad, recopiló los que, a su juicio, eran los informes de los testigos presenciales más fiables. Su lista de reportes incluía veinticuatro bolas de fuego y dieciocho rocas caídas en diversos países a lo largo de varios siglos (MARVIN 2007). Las similitudes entre estos relatos impresionaron profundamente a Chladni, cuya formación jurídica lo había formado para evaluar a conciencia la validez de los testimonios de testigos presenciales. Concluyó convencido, que los testigos describían un fenómeno físico real. Basándose en la uniformidad de las narraciones de estos avistamientos, determinó, que los fenómenos de las bolas de fuego, bólidos o «dragones voladores», como también eran denominados, así como las masas de rocas que caían del cielo, debían ser relatos auténticos (CHLADNI 1794).

Esto le llevó a publicar en 1794 un libro en alemán de 63 páginas titulado: *Über den Ursprung der von Pallas gefundenen und anderer ihr ähnlicher Eisenmassen und über einige damit in Verbindung stehende Naturerscheinungen* (Figura 2), cuya traducción al español sería: *Sobre el origen del Hierro de Pallas y otros similares, y algunos fenómenos naturales asociados* (CHLADNI 1794). El libro fue publicado simultáneamente en dos ciudades: Leipzig, para lograr alcance entre los físicos y astrónomos de Alemania, y Riga (Letonia), para llegar al público lector de habla alemana del norte de Europa (MARVIN 1996).

La publicación de Chladni, versaba sobre el origen del «Hierro de Pallas», una gran masa de hierro, encontrada en 1749 a unos 30 kilómetros de Ubeisk, en el distrito ruso de Krasnoyarsk (Siberia), y estudiada originalmente por Peter Simon Pallas (1741-1811), un zoólogo y botánico alemán célebre por sus trabajos en Rusia. En 1772, cuando Pallas se enteró del descubrimiento de este trozo de metal de unos 680 kilogramos, dispuso su transporte desde el lugar del hallazgo

hasta Krasnoyarsk (a 230 kilómetros), y de ahí, unos 4800 kilómetros hasta la Academia Imperial de San Petersburgo, donde arribó en 1776. Pallas publicó ese mismo año los resultados de sus observaciones, las cuales captaron el interés de Chladni. El «Hierro de Pallas» fue expuesto en el salón de curiosidades de Pedro El Grande (Pedro I), zar de Rusia (MARVIN 2007). El ahora llamado Krasnoyarsk, fue el primer meteorito de tipo pallasita (denominación aplicada a partir de 1825), jamás encontrado, y su estudio condujo a la identificación del grupo de las pallasitas³, una clase poco común de meteoritos de hierro rocoso, denominados así en honor a su descubridor Peter Pallas.

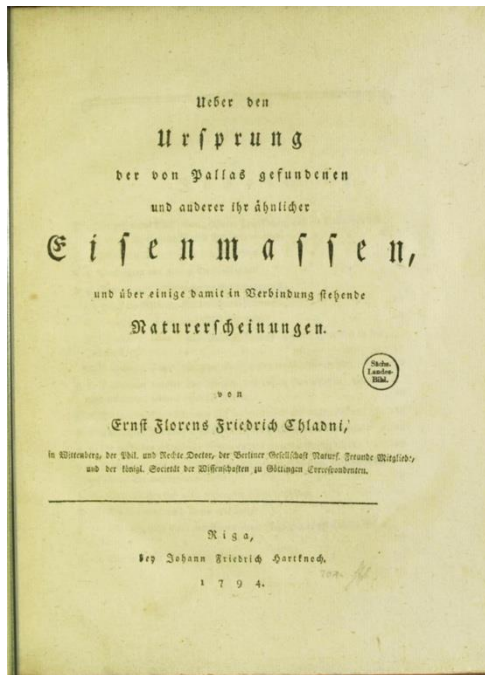


Figura 2. Portada del libro original de Ernst F. Chladni (1794), *Ueber den Ursprung der von Pallas gefundenen und anderer ihr ähnlicher Eisenmassen und über einige damit in Verbindung stehende Naturerscheinungen*. (Sobre el origen del Hierro de Pallas y otros similares, y algunos fenómenos naturales asociados). Fuente: https://digital.slub-dresden.de/werkansicht/dlf/79533/5?tx_dlf_navigation%5Bcontroller%5D=Navigation&cHash=2b7eef6229ba85ff2b6ec7ffb9f4c277

En el primer párrafo de su libro, Chladni afirmó que las bolas de fuego estaban compuestas de materia compacta y pesada que provenían del espacio exterior y aterrizaban en la Tierra en forma de meteoritos. Así, propone en esta obra que los meteoritos tienen un origen definitivamente extraterrestre, argumentando que esto explicaría las altas velocidades de caída de dichas masas rocosas al vincularlas con las descripciones de bolas de fuego que brillaban intensamente al cruzar la atmósfera terrestre (MARVIN 1996). Chladni plantea la hipótesis de que, probablemente estos meteoritos eran trozos de material que nunca se habían consolidado en la formación de masas mayores o eran restos de la formación y destrucción de planetas (CHLADNI 1794). Sus afirmaciones desafiaban la

creencia establecida de que no existía nada más allá de la Luna, a excepción de las estrellas y planetas conocidos.

Este supuesto vacío del espacio había fascinado a Chladni desde niño, cuando aprendió sobre la enorme distancia entre Marte y Júpiter. Esta observación influyó notablemente en su explicación del origen de los meteoritos (MARVIN 1996). El libro de Chladni fue inicialmente ridiculizado por los físicos contemporáneos, incluido el mismo Lichtenberg. Aun así, sus escritos sembraron una semilla de curiosidad que eventualmente llevó a que más investigadores apoyaran su teoría. La hipótesis primaria de Chladni era completamente diferente a la de todos los demás autores de su época. Chladni investigó numerosas observaciones y descripciones de fenómenos similares a bolas de fuego que había recopilado durante sus búsquedas bibliográficas. Su definición de bola de fuego (*fireball*) o bólido, fue la siguiente: «Una bola de fuego es un fenómeno poco común que comienza como una estrella brillante o una estrella fugaz a gran altitud y luego desciende rápidamente siguiendo una trayectoria inclinada, superando ocasionalmente el brillo de la Luna, a menudo acompañado de llamas, humo y chispas, y finalmente se interrumpe con sonidos intensos» (KNOFEL y RENDTEL 1994).

En dicha publicación, Chladni reconoció plenamente al físico Georg Lichtenberg por inspirarle y proporcionarle no solo información e ideas, sino también sugerencias sobre cómo llevar a cabo una investigación acerca del tema, escribiendo: «La idea inicial para mi libro sobre tales masas la obtuve de Lichtenberg, cuyo extraordinario talento consistía en proponer algunas ideas que aportaran nuevas perspectivas y pudieran conducir a nuevas investigaciones ... En nuestra conversación en Göttingen en febrero de 1793, me comentó que, si se consideraban todas las circunstancias relacionadas con las bolas de fuego, la mejor manera de considerarlas no era como fenómenos atmosféricos, sino como fenómenos cósmicos; es decir, como algo extraño que llega como cuerpos provenientes de fuera de nuestra atmósfera... Me sugirió que buscara en las *Philosophical Transactions* y otras fuentes, informes de bolas de fuego con información de sus trayectorias, y para comparar, que buscara informes de masas de rocas caídas» (CHLADNI 1794, 1803).

Chladni encontró numerosos casos en los que las bolas de fuego fueron seguidas por la caída de rocas o masas de hierro al suelo. En uno de los ejemplos, cita una masa de hierro de 32 kilos que cayó del cielo sobre Hraschina (Croacia) el 26 de mayo de 1751. La masa fue enviada al Gabinete Imperial de Historia Natural en Viena, junto con el testimonio jurado de siete testigos en ciudades distantes entre sí, quienes describieron una espectacular bola de fuego que se dividió en dos partes en el cielo, acompañada de enormes explosiones (MARVIN 2007).

Al analizar las descripciones de las bolas de fuego, CHLADNI (1794) pudo estimar las velocidades de las rocas al entrar en la atmósfera. Estas velocidades eran enormes, superiores a las que podía producir la acción de la gravedad terrestre por sí sola, lo cual solo era posible para objetos de

origen cósmico. Otra evidencia resaltante que el autor menciona, fue el aspecto quemado de las propias rocas, donde supone que se habían calentado lo suficiente como para fundir su exterior, creando lo que hoy conocemos como «corteza de fusión».

Chladni finaliza su propia obra con las siguientes palabras, en referencia a su sugerencia para investigaciones posteriores: «Durch der gleichen mit aller Genauigkeit anzustellende Untersuchungen würde sich in der Folge mit mehrerer Gewissheit, als jetzt möglich ist, ob gegenwärtige Theorie, die durch so viele Gründe wenigstens einem höhern Grad von Wahrscheinlichkeit, als die bisherigen, erhält, wirklich der Natur gemäss sey, oder nicht» (CHLADNI 1794, pág. 63), cuya traducción sería: «Mediante las mismas investigaciones, que deben llevarse a cabo con la máxima precisión, en el futuro se aclarará con mayor certeza de la que hoy es posible, si mi teoría, que por tantas razones expuestas tiene un mayor grado de probabilidad que las teorías anteriores, si está verdaderamente de acuerdo o no con la naturaleza».

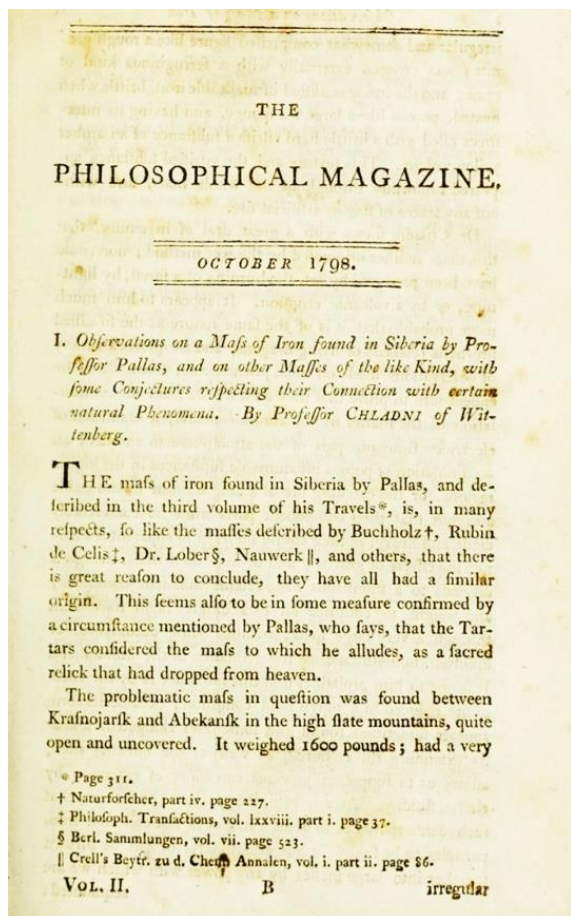


Figura 3. Portada del artículo original publicado en inglés por Chladni en 1798: *Observations on a Mass of Iron found in Siberia by Professor Pallas, and on other Masses of the like Kind, with some Conjectures respecting their Connection with certain natural Phenomena*, *Philosophical Magazine and Journal*. Fuente: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/52994#page/15/mode/1up>

En 1794, el mismo año de su publicación, Chladni tuvo la oportunidad de viajar a San Petersburgo con la intención de realizar demostraciones de su instrumento, el eufón, aprovechando también el viaje para examinar en persona la gran masa de el «Hierro de Pallas», sobre la que había escrito (GARCÍA 2021).

Años después, en un artículo aparecido en *Philosophical Magazine and Journal*, en 1798 (Figura 3), Chladni, publicó por primera vez en idioma inglés, un resumen de ocho páginas basado su libro de 1794. El artículo, titulado: *Observations on a Mass of Iron found in Siberia by Professor Pallas, and on other Masses of the like Kind, with some Conjectures respecting their Connection with certain natural Phenomena*, muy probablemente tenía la intención de alcanzar así una mayor difusión de su trabajo, pero ahora en la comunidad científica de habla inglesa.

En una segunda publicación en el *Philosophical Magazine and Journal*, años más tarde, CHLADNI (1826), describe lo siguiente: «Dado que las partículas terrestres, metálicas y de otro tipo forman los principales componentes de nuestros planetas, entre los cuales el hierro es el predominante, otros cuerpos planetarios pueden constar de componentes similares, o quizás los mismos, aunque combinados y modificados de manera muy diferente. También puede haber materias densas acumuladas en masas más pequeñas sin estar en conexión inmediata con los cuerpos planetarios mayores, dispersas por el espacio infinito, y que, impulsadas por algún poder de proyección o atracción, continúan moviéndose hasta que se aproximan a la Tierra o a algún otro cuerpo, al ser vencidas por su fuerza de atracción, caigan inmediatamente». Estas conclusiones colisionaban frontalmente contra el clásico principio universal, heredado desde tiempos de Aristóteles (384-322 d. C.) y convalidado por Isaac Newton (1643-1727), de que no existía ninguna clase de cuerpo rocoso más allá de la Luna, sino únicamente los planetas conocidos y las estrellas (MARVIN 2007).

LOS METEORITOS DE SIENA (ITALIA) Y YORKSHIRE (INGLATERRA)

Dos meses después de la publicación del libro de Chladni, en junio de 1794, una gran nube de humo apareció en el cielo cerca de Siena, Italia. La nube, envuelta en chispas y un gran estruendo, se tornó de un rojo brillante mientras caían múltiples fragmentos de rocas al suelo. Numerosos fragmentos fueron recuperados (Figura 4) y las descripciones del fenómeno se publicaron y discutieron ampliamente. Claramente, el evento de Siena fue de importancia clave para dilucidar el origen de los meteoritos, ya que fue el primero de la época moderna en ocurrir cerca de una ciudad europea y en ser presenciado por miles de personas que validaron su autenticidad (MARVIN 1996, 2007). El evento de Siena fue estudiado por varios científicos, pero debido a la desafortunada coincidencia con una erupción del Vesubio ocurrida 18 horas antes, la mayoría determinó que el material era de origen volcánico y provenía de la erupción.

Un año después, el 13 de diciembre de 1795, se observó la caída de una gran roca de unos 25,4 kilogramos de peso, sobre una cabaña cerca de Wold Newton en Yorkshire, Inglaterra. Este y otros eventos similares convencieron al naturalista Sir Joseph Banks (1743-1820), de la Royal Society, de iniciar una investigación. Banks solicitó al joven químico Edward Charles Howard (1774-1816), que analizara la composición química de las supuestas rocas caídas del cielo. Howard, quien conocía el libro y las ideas de Chladni, comenzó a adquirir muestras de rocas y de masas de hierro asociadas a estos eventos (MARVIN 2007). Además de ejemplares de Siena y Wold Newton, Howard obtuvo varias muestras adicionales provenientes de lugares tan diversos como Benarés (India), Tabor (Bohemia, República Checa), Mesón del Fierro (Chaco, Argentina), y Steinbach (Turingia, Alemania).

En colaboración con el mineralogista francés Jacques-Louis de Bournon (1751-1825), Banks realizó el primer análisis científico exhaustivo de meteoritos. Ambos científicos descubrieron que las rocas obtenidas mostraban una corteza oscura y brillante, y contenían además diminutos «glóbulos curiosos», denominados hoy día cóndrulos⁴, distintos a todo lo observado en las rocas terrestres. Asimismo, los científicos descubrieron que los ejemplares de hierro, contenían un alto porcentaje de níquel, hecho que no tenía comparación con el hierro nativo normalmente encontrado en la Tierra. Finalmente, señalaron que la muestra de Wold Newton se parecía mucho a las de la lluvia de meteoritos en Siena, y a su vez, a la muestra de Benarés. Todas estas observaciones y resultados fueron publicados por Howard en 1802 (MARVIN 2007). Afortunadamente para la fundación de la ciencia meteorítica, las muestras examinadas por Howard y de Bournon eran condritas⁵ comunes, todas similares entre sí. Para Howard, estos resultados, sumados a los informes de los testigos de las caídas, disiparon toda duda sobre el origen extraterrestre de estas piezas.



Figura 4. Fragmento del meteorito caído en Siena en 1794. Barra de escala = 1 cm. Fuente: <https://www.meteorite-times.com/siena-italy-the-meteorite-that-started-it-all/>

EL METEORITO DE L'AIGLE (FRANCIA)

Finalmente, el 26 de abril de 1803, los habitantes de L'Aigle, una pequeña población de Normandía, a unos 150 kilómetros al oeste de París, en el departamento de Orne, fueron testigos de uno de los eventos más importantes en la historia de la meteorítica. Presenciaron una bola de fuego en el cielo seguida de estruendosas reverberaciones, así como una espectacular lluvia de más de 3000 fragmentos (MARVIN 1996). El gobierno francés, en la persona de Jean-Antoine Chaptal (1756-1832), ministro del interior y representante de la Academia Francesa de Ciencias, envió al joven físico y profesor universitario Jean-Baptist Biot (Figura 5) a investigar el evento. Basándose en exhaustivas entrevistas con testigos a lo largo de su ruta de aproximación a L'Aigle, Biot logró establecer la trayectoria aproximada de la bola de fuego (GARCÍA 2021). Durante tres semanas, también cartografió la zona donde habían caído los fragmentos, definiéndola como una gran elipse con eje orientado SE-NW, de aproximadamente 11 kilómetros de largo, por 4,5 kilómetros de ancho, y notó que el eje longitudinal era paralelo a la trayectoria del bólido (KNOFEL y RENDTEL 1994). El informe de Biot al ministro Chaptal convenció a la mayoría de los científicos de la Academia Nacional de que las rocas del cielo eran reales y provenían del espacio exterior.

Estos nuevos descubrimientos propiciaron una mayor aceptación de las ideas de Chladni, pero no todos quedaron convencidos. Aún existía, en parte de la comunidad científica, resistencia a aceptar los informes sobre la caída de rocas, ya que generalmente se trataba de relatos indirectos provenientes de zonas rurales y, por lo tanto, se consideraban sospechosos. Aquí radica la importancia del evento L'Aigle, de la visita de campo de nueve días por parte de Boit y del informe por él efectuado. Biot fue sistemático y cuidadoso en la recopilación de pruebas, realizando su investigación, como ya se mencionó, directamente en el lugar de la caída (GOUNELLE 2006). Asimismo, se encargó de obtener personalmente los testimonios de una muestra diversa de testigos presenciales, tomando en cuenta su credibilidad y posibles sesgos, estableciendo así la fiabilidad de los relatos. Finalmente, Biot enfatizó las diferencias en la composición y estructura entre las rocas caídas (Figura 6) y la geología local de la zona (GOUNELLE 2006).

EL REPORTE DE BIOT

Mediante un meticuloso trabajo de campo, casi una investigación policial, Biot recopiló las narraciones de testigos oculares y analizó muestras de rocas de los alrededores, presentando finalmente evidencia convincente que apoyó el origen extraterrestre de las piezas caídas. En primer lugar, Biot observó que la composición de las muestras difería significativamente de la de cualquier material local, pero presentaba sorprendentes similitudes con muestras previamente documentadas de bólidos de otros lugares. Esta observación sugería una fuente extraterrestre común para estas rocas. Biot enfatizó: «Las fundiciones, las fábricas y las minas de los alrededores que he visitado no presentan nada en sus

productos, ni en sus escorias, que guarde relación con estas sustancias. Tampoco se observa ningún rastro de volcanes en la región» (GOUNELLE 2006).



Figura 5. Retrato del físico francés Jean-Baptiste Biot (1774-1862). Fuente: <https://www.canalacademies.com/emissions/au-fil-des-pages/la-meteorite-de-laigle> Modificado de



Figura 6. Meteorito (condrita) de L'Aigle, Orne, Francia. Caído el 26 de abril de 1803 a las 13:00 h. Galería de Mineralogía y Geología del Museo Nacional de Historia Natural de Francia, París. Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a7/Meteorite_L%27Aigle_MNHN_Min%C3%A9ralogie.jpg

En segundo lugar, Biot informó haber entrevistado personalmente a numerosos testigos que, de forma independiente, afirmaron haber observado una «lluvia de

piedras lanzadas por la bola de fuego». Estos testigos provenían de diversos estratos y ocupaciones. Biot argumentó que sería inverosímil creer que se habían puesto de acuerdo entre sí para inventar una descripción de un evento inexistente (GARCÍA 2021). Esta combinación de evidencia geológica y relatos de testigos presenciales brindó un sólido respaldo a la teoría de que los meteoritos tenían un origen extraterrestre. El apasionado artículo escrito por Biot en 1803 (Figura 7), en el que afirmaba inequívocamente el origen extraterrestre de las «piedras de la lluvia de meteoritos de L'Aigle», marca un hito histórico en la nueva ciencia de la meteorítica. Por lo tanto, su informe se convirtió en el respaldo definitivo, en principio para la comunidad científica francesa (GOUNELLE 2006), que condujo a la final aceptación del origen extraterrestre de los meteoritos, como había propuesto Chladni en su libro en 1794.

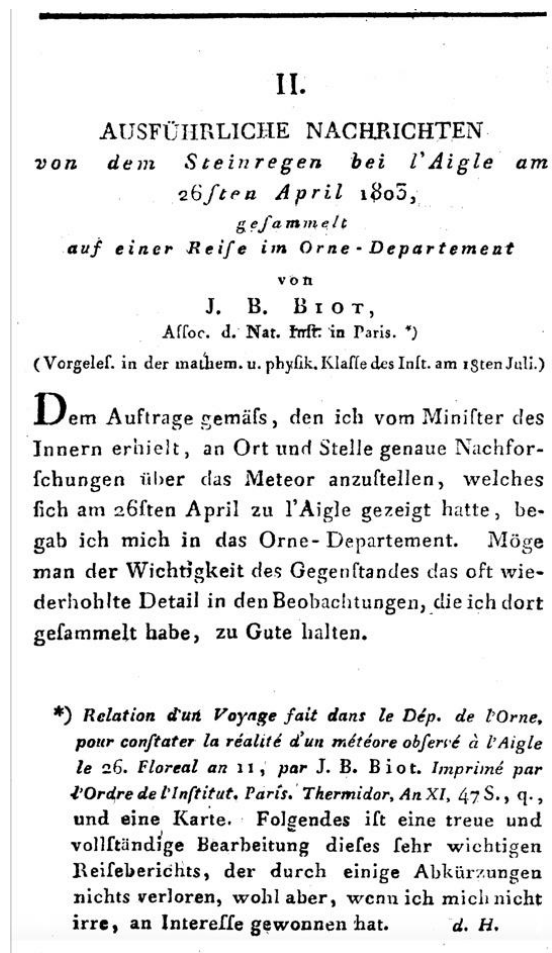


Figura 7. Portada del reporte de Biot acerca del evento L'Aigle, al Instituto Nacional de Ciencias, París (1803). Fuente: <http://www.fallingrocks.com/Collections/pdfs/BiotReport.pdf>

COMENTARIOS FINALES

Varios años después de la publicación del libro de CHLADNI (1794), los astrónomos comenzaron a realizar descubrimientos revolucionarios que reforzaron la idea de la existencia de objetos extraterrestres en el sistema solar. El 1 de

enero de 1801, Giuseppe Piazzi (1746-1826) identificó el asteroide Ceres, lo que marcó la primera detección de lo que hoy conocemos como el cinturón de asteroides. Heinrich Olbers (1758-1840) continuó esta tendencia con el descubrimiento del asteroide Palas el 28 de marzo de 1802. Simultáneamente, y como ya se mencionó, ese mismo año de 1802, los químicos Jacques-Louis de Bournon y Edward C. Howard publicaron su análisis de las muestras de varios meteoritos, revelando composiciones químicas y contenidos minerales distintivos que los diferenciaban de las rocas terrestres (MARVIN 2007). Estos hallazgos reforzaron definitivamente la idea de que los meteoritos eran, en efecto, de origen extraterrestre.

El gran logro astronómico de Chladni fue probablemente su metodología científica y rigurosa, que lo llevó a elaborar un argumento sólido sobre el origen cósmico de los meteoritos. Grandes pensadores y científicos a lo largo de la historia, incluyendo a Aristóteles y Newton, creyeron previamente que su origen era terrestre, ya fuera mediante explicaciones de origen atmosférico o a través de erupciones volcánicas. Chladni determinó, además, que la velocidad del movimiento de las rocas a través de la atmósfera era tan alta que no podía atribuirse únicamente a la fuerza de gravedad (CHLADNI 1794, 1798).

En su última publicación acerca de meteoritos, efectuada en el *Philosophical Magazine and Journal* (CHLADNI 1826), solo un año antes de su muerte, el autor finaliza su disertación de una manera simple pero concluyente, escribiendo: «Reuní los resultados de todas las observaciones existentes sobre la altura, velocidad y movimiento de las bolas de fuego en las divisiones 2ª, 3ª y 4ª de mi trabajo, que deberían ser conocidas previamente para formarse una opinión sobre el origen de los meteoros. Además, habiendo mencionado con cada fenómeno las fuentes de donde extraje mi información, los detalles adicionales pueden encontrarse fácilmente consultándolas; y finalmente, en la última división del trabajo, he recopilado los resultados de las mismas, mediante los cuales se dilucidan las pruebas de su origen cósmico y de la imposibilidad de que sean producto de nuestra tierra o nuestra atmósfera, de la manera más simple y natural».

Chladni desarrolló su registro de avistamientos de meteoritos durante décadas, además de reunir una impresionante colección de ejemplares (Figura 8). Probablemente, debido a la temprana aceptación de sus ideas por la comunidad científica de Berlín, en su testamento donó este conjunto de 41 piezas, la mayor colección privada de meteoritos de la época, al Museo Mineralógico de la Universidad de Berlín, que hoy en día se encuentra en el Museo de Historia Natural de la Universidad Humboldt en la misma ciudad (GRESHAKE s. f.).

En otros aspectos de la geología, Chladni estableció analogías explícitas entre las ondas sísmicas y la propagación del sonido, proponiendo que las vibraciones de un terremoto podrían modelarse como ondas acústicas que viajan a través de materiales terrestres sólidos, con líneas nodales que se forman de manera similar a las que él producía en sus placas vibrantes.

Este puente conceptual extendió su investigación acústica a contextos geológicos, concibiendo la energía sísmica como ondas longitudinales y transversales moduladas por la densidad y la elasticidad de la roca (ULLMANN 1996). En 1994, Ernst Chladni recibió un merecido reconocimiento con el descubrimiento de un nuevo mineral de fosfato al que se le asignó el nombre de chladniita $[\text{Na}_2\text{CaMg}_7(\text{PO}_4)_6]$ en su honor. Este mineral fue descubierto en el meteorito de hierro denominado Carleton, procedente de Texas (McCOY *et al.* 1994).



Figura 8. Meteorito de hierro pétreo (202 gr), hallado en 1749 en la región de Krasnojarsk, Rusia. Descrito como el primer meteorito de hierro de Pallas, formó parte de la colección Chladni, hoy día en el Museo de la Universidad Humboldt (Berlín). Fuente: https://euromin.w3sites.net/Nouveau_site/musees/berlin/Website-dt/Chladni-1.html

REFERENCIAS (ARTÍCULOS Y LIBROS)

- BATTISTA, M. 2023. Cuando las estrellas marcan el camino de los filósofos: Anaxágoras y el meteorito de Egospótamos. *Eidos*, 41: 15-41. <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-88572024000100015>
- CASAS, J.E. 2025. Mount Vesuvius. A Monument to Nature's Raw Power and Human Vulnerability. *MAYA Revista de Geociencias*, Agosto, 84-92. <<https://revistamaya.com/wp-content/uploads/2025/07/Revista-Maya-Geociencias-Agosto-2025.pdf>>
- CHLADNI, E.F.F. 1794. Ueber den Ursprung der von Pallas gefundenen und anderer ihr ähnlicher Eisenmassen und über einige damit in Verbindung stehende Naturerscheinungen (O pochodzeniu znalezionej przez Pallasą i o innych podobnych masach żelaznych oraz o pewnych z tym związanych zjawiskach natury), Lipsk i Ryga, 63 p.

- <https://digital.slub-dresden.de/werkansicht/dlf/79533/5?tx_dlf_navigation%5Bcontroller%5D=Navigation&cHash=2b7eef6229ba85ff2b6ec7f7fb9f4c277>
- CHLADNI, E.F.F. 1798. Observations on a Mass of Iron found in Siberia by Professor Pallas, and on other Masses of the like Kind, with some Conjectures respecting their Connection with certain natural Phenomena, *Philosophical Magazine and Journal*, **2**: 1-8
<<https://www.biodiversitylibrary.org/item/52994#page/15/mode/1up>>
- CHLADNI, E.F.F. 1803. Chronologisches Verzeichniss der mit einem Feuermeteor Niedergefallenen Stein-und Eisenmasses, nebst einigen Bemerkungun. *Annalen der Physik*. **15**: 307-339
<<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/andp.18030151107>>
- CHLADNI E.F.F. 1826. A new Catalogue of Meteoric Stones, Masses of Meteoric Iron, and other Substances, the Fall of which has been made known, down to the present Time, *Philosophical Magazine and Journal*, LXVII: 179-181.
<<https://www.biodiversitylibrary.org/item/53100#page/19/mode/1up>>
- GARCÍA, G. Ernst Florens Friedrich Chladni (1756-1827) y el origen de los meteoritos. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, **115**: 131-146.
<<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8890983>>
- GOUNELLE, M. 2006. The meteorite fall at L'Aigle and the Biot report: exploring the cradle of meteoritics in: McCALL, G.J.H., BOWDEN, A.J. & HOWARTH, R.J. (eds). The History of Meteoritics and Key Meteorite Collections: Fireballs, Falls and Finds. *Geological Society, London, Special Publications*, **256**: 73-89.
<https://www.researchgate.net/publication/249551093_The_meteorite_fall_at_L%27Aigle_and_the_Biot_report_Exploring_the_cradle_of_meteorites>
- GRESHAKE, A. s. f. *Meteorites*. Museum für Naturkunde, Berlin. Recuperado el 4 de octubre, 2025 de <<https://website-archiv.museumfuernaturkunde.berlin/en/research/meteorites/>>
- HOREJSI, M. 2019. The Johnstown Meteorite: Crater Symbolism?. Recuperado el 6 de octubre, 2025 de <<https://www.meteorite-times.com/the-johnstown-meteorite-crater-symbolism/>>
- KNOFEL, A. & RENDTEL, J. 1994. Chladni and the Cosmic Origin of Fireballs and Meteorites. *WGN, Journal of the IMO*, **22**(6): 217-219.
<<https://adsabs.harvard.edu/full/1994JIMO...22..217K>>
- MARVIN, U. 1996. Ernst Florens Friedrich Chladni (1756-1827) and the origins of modern meteorite research. *Meteoritics and Planetary Science*, **31**: 545-588.
<<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1945-5100.1996.tb02031.x>>
- MARVIN, U. 2007. Ernst Florens Friedrich Chladni (1756-1827) and the origins of modern meteorite research. *Meteoritics and Planetary Science*, **42**(9): 3-67.
<<https://lweb.cfa.harvard.edu/~loeb/UM1.pdf>>
- MCCOY, T., STEELE, I., KEIL, K. LEONARD, B. & ENDRESS, M. 1994. Chladniite, Na₂CaMg₇(PO₄)₆: A new mineral from the Carlton (HICD) iron meteorite. *American Mineralogist*, **79**: 375-380.
- THEODOSIOU, E., NIARCHOS, P., MANIMANIS, V & ORCHISTON, W. 2002. The fall of a meteorite at Aegos Potami in 467/6 BC. *Journal of Astronomical History and Heritage*. **5**(2): 135-140.
<<https://adsabs.harvard.edu/full/2002JAHH...5..135T>>
- TORRIJOS CASTRILLEJO, D. 2013. Anaxágoras de Clazomene, en FERNÁNDEZ F. y MERCADO, J. (Eds.), *Philosophica: Enciclopedia filosófica on line*.
<<http://www.philosophica.info/archivo/2013/voces/anaxagoras/Anaxagoras.html>>
- ULLMANN, D. 1996. Chladni und die Entwicklung der Akustik von 1750–1860. *Science Networks. Historical Studies*. **19**: 203-216.
<https://doi.org/10.1007/978-3-0348-9195-0_9>
- ULLMANN, D. 2007. Life and work of E.F.F. Chladni. *European Physical Jour. Special Topics*. **145**: 25-32.
<https://monoskop.org/images/6/68/Ullmann_D_2007_Life_and_work_of_EFF_Chladni.pdf>

REFERENCIAS DETALLADAS DE TODAS PUBLICACIONES DE ERNST F. F. CHLADNI

<http://wiki.meteoritica.pl/index.php5/Bibliografia/Chladni_Ernst_F.F.>

NOTAS EXPLICATIVAS

- 1 Un meteorito es el fenómeno luminoso de una «estrella fugaz» o «bola de fuego» que ocurre cuando un meteoritoide, una roca espacial, entra en la atmósfera terrestre y se desintegra por el calor de la fricción con el aire. Un meteorito es el fragmento sólido de ese meteoritoide que sobrevive a su paso por la atmósfera y alcanza la superficie de la Tierra.
- 2 Alexander von Humboldt comenta en su libro «Cosmos» (Tomo I, página 268): «Respecto á la expresión tan repetida lapidibus pluit, sábase ya que no siempre se refiere á la caída de aerolitos. Así, en el libro XXV, c. 7. estas palabras designan *rapillis*, esto es, fragmentos de piedra pómez arrojados por un volcán no completamente extinguido».
- 3 Las pallasitas son una clase de litosideritos con una matriz de hierro metálico. Pallasita, es un término descriptivo/textural para rocas muy antiguas de olivino/metal. El nombre de pallasita también se aplica al tipo de agregado mineral del que se componen estos aerolitos.
- 4 Los cóndrulos son granos redondeados que se encuentran en meteoritos condriticos, formados por esferas submilimétricas fundidas o parcialmente fundidas en el espacio, de hierro-níquel y minerales de silicato. Estudiar su composición y estructura ofrece pistas valiosas sobre las condiciones y procesos que ocurrieron durante la creación del sistema solar.
- 5 Las condritas o condritos son meteoritos no metálicos (rocosos) que no han sufrido procesos de fusión o de diferenciación en los asteroides de los que proceden. Representan aproximadamente el 85 % de los meteoritos que caen a la Tierra.