

LA NATURALEZA

CIENCIAS É INDUSTRIAS

REVISTA GENERAL DE CONOCIMIENTOS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICOS

DIRECTOR

D. JOSÉ CASAS BARBOSA



REDACTOR JEFE

D. R. BECERRO DE BENGOA

SEÑORES REDACTORES Y COLABORADORES

Alvarez Palacios. — Alvarez (D. Julio). — Alvarez Sereix. — Alzola y Minondo.
Alvar González. — Banús y Comas. — Berlanga (D. F.) — Bourcoud. — Bonet. — Caballero.
Cáceres. — Capdevila y Pujol. — Castro Pulido. — Crusat. — Crespo y Lema. — Chacón. — Echegaray.
Escriche. — Estelat. — Galcerán. — García de la Cruz. — García Llorca. — Gil (D. Vicente).
Gómez Vidal. — Gómez Arias (D. F.) — Lacaci. — Ferrán. — Marín. — Merino. — Mier.
Muñoz del Castillo. — Pérez Santano. — Pérez de Vargas. — Riera (D. Emilio).
Rojas. — Rodríguez Mourelo. — Ruiz Castizo. — Sánchez Lozano.
Suárez Saavedra. — Vincenti.

TOMO VII

MADRID

ESTABLECIMIENTO TIPOGRÁFICO DE LA VIUDA É HIJOS DE M. TELLO

IMPRESOR DE CÁMARA DE S. M.

Carrera de San Francisco, 4

1896

EL BÓLIDO DE MADRID

ÚLTIMA RECTIFICACIÓN

Á mi regreso de Barcelona he leído con sumo gusto la cortés «Réplica» del Sr. Castro Pulido, y nuestro amistoso debate queda en rigor terminado.

Mi digno contrincante afirma que no ha negado la posibilidad de que un cuerpecillo—por ejemplo, un bólido—atravesase las altas regiones de la atmósfera, y esto me basta.

Por lo demás, yo no me refería al párrafo que el Sr. Castro Pulido copia en su «Réplica.» Me refería al siguiente párrafo que transcribo textualmente:

«Á pesar de todo, *no es posible admitir* que los bólidos, ni aun siquiera las estrellas errantes, más veloces aún, *corten la atmósfera*, ni más ni menos que una aguja atraviesa la cáscara de una naranja.»

En su «Réplica» dice asimismo: «Yo no he dicho *que no es posible* que ninguna estrella ni bólido alguno penetre en la atmósfera terrestre sin que deje de obedecer á la tierra, que con masa inmensamente mayor que la suya y á tan corta distancia imperiosamente llama los cuerpos hacia sí.»

Á continuación, el Sr. Castro Pulido explica más claramente su pensamiento, y, según parece, sólo quiso hacer referencia al caso en que, *casi rozando la tierra* (supongo que la parte sólida ó líquida) y disminuyendo por momentos su fuerza, el bólido es atraído imperiosamente por la masa de nuestro esferoide.

Á esto nada tengo que oponer: en estas condiciones, indudablemente el bólido cae, ó estalla y después caen sus pedazos.

Un bólido, una estrella errante, un cuerpecillo cualquiera, cuando con cierta oblicuidad corta las altas regiones de la atmósfera, puede atravesarla: esto es evidente; esto es lo que he dicho desde el principio; esto lo sostengo hoy, y, según parece, lo acepta el Sr. Pulido.

Cuando, por el contrario, la oblicuidad pasa de cierto límite, y la masa atmosférica que corta pasa, por lo tanto, de un límite determinado, ó estalla ó cae. Esto también lo he dicho en mi precedente artículo.

Y ahora vamos á una última rectificación, ya de menos importancia, y que, á poco que apurásemos el debate, concluiría por ser mero juego de palabras.

El Sr. Castro Pulido dice *que no calculé la velocidad* necesaria para que un bólido que cruza la atmósfera deje de caer: sobre esto insiste mucho.

Pero si lo que me pide es un *número*, puede tomar cualquiera de los que traen los libros sobre velocidades de bólidos y estrellas errantes: ya lo he dicho en mi rectificación. Con *todas estas velocidades se puede atravesar la atmósfera*: no es un número preciso y único; son infinitos.

Es como si se me pidiese *la abscisa de una elipse*, pongo por caso. *Cualquiera x* es abscisa entre dos límites extremos; y á esa abscisa corresponderá su *ordenada* (ó sus dos ordenadas).

Pues lo mismo sucede con los bólidos. ¿Velocidad? Cualquiera de las del espacio celeste entre dos límites. Y dada esa velocidad, lo que podrá pedirse es la *oblicuidad* necesaria para que el bólido atraviese la atmósfera; como que es un problema de dos variables.

Y note el Sr. Pulido que el problema *es posible*, porque la resistencia del aire es *función continua* que empieza *por cero* en el límite de la atmósfera.

Por último, como no se puede pedir un *número*—porque son infinitos,—lo único que he de ofrecer á mi digno contrincante son fórmulas de las que puede hacer *cuantas aplicaciones numéricas* guste.

Suponiendo, para simplificar y como ejemplo, que el bólido sólo atraviesa una extensión de las más altas regiones, para la cual las verticales puedan suponerse paralelas; suponiendo además una densidad y una temperatura media, y teniendo en cuenta, como el Sr. Pulido desea, como es justo y como yo mismo afirmé en mi rectificación; teniendo en cuenta—digo—la *resistencia del aire*, resultarán para la trayectoria las conocidas ecuaciones diferenciales:

$$dx = -\frac{d\phi}{\varphi(\phi)} \frac{v^2 \cos^2 \alpha}{g},$$

$$dy = -\frac{\phi d\phi}{\varphi(\phi)} \frac{v^2 \cos^2 \alpha}{g}.$$

Integradas por cuadraturas y eliminando ϕ , tendríamos exacta ó aproximadamente la ecuación, en términos finitos, de la trayectoria, en la cual entrarían como constantes la velocidad v y el ángulo de oblicuidad α .

Si en esta ecuación se toma arbitrariamente (entre ciertos límites) las coordenadas del punto de salida, tendremos una relación en la cual, á cada velocidad que se escoja, corresponderá un valor para α . Este resultado puede preverse *a priori* y es evidente.

El problema general es idéntico en el fondo al anterior, aunque más complicado por las integraciones.

Y dispéñeme el Sr. Pulido—que seguramente sabe esto como el que más—la digresión que precede: si he insistido en cosas tan sencillas, ha sido á fin de

explicar mi pensamiento sin ningún género de ambigüedad.

Por lo demás, el problema de los bólidos tiene muchos aspectos, muchos de ellos de pura observación, como dice el Sr. Pulido: puede, en efecto, estudiarse bajo el punto de vista de la Mineralogía, de la Química, hasta de la Geología del espacio, *si vale la palabra*; puede estudiarse bajo el aspecto astronómico, bajo el aspecto físico; pueden hacerse hipótesis varias sobre su origen, y, en fin, puede estudiarse como problema de Mecánica, en el que dominará el elemento racional.

Este ha sido *casi el único problema* á que yo en términos generales me refería en mi artículo, más literario que científico.

Por último, tengo la seguridad y la satisfacción de haber llegado en todos los puntos de este pequeño debate á un acuerdo completo con el Sr. Pulido, y, por lo tanto, no he de insistir más sobre cosas que quedan ampliamente debatidas.

JOSÉ ECHEGARAY.