

# 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 RÉPLICA

Bien quisiera haber llegado con el Sr. Echegaray á un perfecto acuerdo en todos los puntos del pequeño debate que venimos sosteniendo; pero como para lograrlo sería indispensable borrar porción no escasa de lo que llevo escrito, renuncio con disgusto á eso, que para mí sería una suerte grande y una gran satisfacción.

Siempre, en mis artículos y en mi réplica, he negado y continúo negando que un bólido ó una estrella errante pueda cortar la atmósfera terrestre «como una aguja atraviesa la cáscara de una naranja, entrando por un lado y saliendo por otro sin caer;» y si afirmé no haber dicho lo que el Sr. Echegaray en su primera rectificación me atribuyó, no fué porque rechazase todos los conceptos que allí se mencionaban, sino porque mi respetable contrincante con dos períodos míos hizo uno solo, cuyo fondo no podía satisfacerme, pues resultaron una idea cambiada y otras suprimidas, según tuve después buen cuidado de evidenciar. Parte del primer período mío es el que textualmente transcribe ahora el Sr. Echegaray en el párrafo 4.º de su «última rectificación;» el que inmediatamente allí le sigue, está tomado de su «rectificación primera;» y hecha esta salvedad, que destruye la aparente contradicción que dichos párrafos encierran, paso á tratar de lo demás.

El *caso singular* que presenta para probar que «con todas las velocidades peculiares á los bólidos pueden éstos atravesar la atmósfera,» no me parece admisible: primero, porque de la verdad de lo particular nunca puede inferirse de un modo necesario la de lo general; y segundo, porque si el cuerpecillo errante «sólo atraviesa una extensión de las más altas regiones, para la cual las verticales puedan suponerse paralelas,» esto equivale á decir que el móvil nada atraviesa y se escapa por la tangente.

En cuanto al método general que recomienda, tampoco tiene gran fuerza probatoria. ¿Cómo en la ecuación especial de la curva se han de «tomar arbitrariamente entre ciertos límites las coordenadas del punto de salida,» si cabalmente lo que se discute es la existencia de dicho punto? Se tomarán *arbitrariamente* las coordenadas de un punto, y supuesta la velocidad, se hallará la inclinación del elemento correspondiente; pero ese punto, ¿por qué es el de salida? Razonar de esa manera equivale á suponer demostrada la tesis y caer de lleno en una prueba circular.

Además, si en la porción de atmósfera que el bólido atraviesa «se supone una densidad y una temperatura medias,» como hace el Sr. Echegaray, la forma especial y, por consiguiente, la ecuación particular de la trayectoria verdadera, resultan necesariamente alteradas, y esto prescindiendo de que ni esa temperatura ni esa densidad pueden determinarse con la aproximación requerida, para hacer de dicha trayectoria afirmación alguna positiva.

Hay, por lo tanto, que buscar otro procedimiento independiente de la ecuación de la curva; y pues el teorema de Schiaparelli, de que me ocupé en mi primera réplica, no parece haber convencido á mi ilustre impugnador, permítame que por última vez insista y saque de aquél algunas consecuencias.

Es sabido que la discusión de las variaciones horarias de las estrellas errantes ha servido para descubrir que la velocidad absoluta media de éstas es en el vacío 44<sup>km.</sup> por segundo, resultado que está de

acuerdo con el deducido de la fórmula  $v^2 = \frac{2m}{r}$ , si

se tiene en cuenta la aceleración producida por la gravedad terrestre; y como la de arrastre de nuestro planeta puede evaluarse en unos 28<sup>km.</sup>, tenemos que la velocidad relativa máxima del cuerpecillo errante es la suma (72<sup>km.</sup>); la mínima es la diferencia (16<sup>km.</sup>), y las intermedias varían entre ambos límites, con el ángulo que entre sí forman las tangentes á las respectivas órbitas en los puntos que los dos móviles ocupan en un mismo instante, cualquiera que éste sea.

Ahora bien: cuando el bólido llegue á la atmósfera, la tangente á su trayectoria en el punto por donde penetre cortará ó no cortará á la superficie terrestre: si la corta, el proyectil caerá y mi proposición quedará demostrada; si no la corta, indagaré cuántos segundos emplearía en atravesar la envolvente aérea; y si pruebo que, antes de que éstos transcurran, el móvil ha perdido tanta potencia viva cuanto es necesaria para que, componiéndose la restante con la acción de la gravedad, resulte segura la caída, habré evidenciado lo que deseaba; pero, ante todo, hay que advertir que el bólido caerá siempre que su velocidad, por efecto de la resistencia que encuentra en su carrera, llegue á ser inferior á 7<sup>km.</sup>,86, según se desprende de la relación  $v^2 = g'(r + h)$ , fácil de deducir.

Supuesto, pues, que no corte á la Tierra la tangente á la trayectoria en el punto de ingreso, la porción de aquella comprendida entre éste y el de salida será una cuerda de la sección hecha en la atmósfera por

un plano vertical; podrá dicha cuerda sustituirse sin inconveniente, para el objeto que nos proponemos, á la curva, siempre más larga, que habría de recorrer el móvil para emerger; y si desde el centro del Globo se traza la perpendicular á dicha tangente, sobre ella, naturalmente, se contará la altura que alcanza el proyectil. Supongamos que ésta es de 40<sup>km.</sup>, con lo cual creo que ampliamente interpreto el símil del Sr. Echegaray; pero si pareciese escasa, puede alargarse hasta 50 ó 55<sup>km.</sup>, y aun bastante más cuando el espesor de la atmósfera se fija en 60<sup>km.</sup>, siendo, por otra parte, evidente que el asignar mayor altura á la envolvente gaseosa de la Tierra y aumentar en la misma proporción la alcanzada por el bólido, antes ensancha que restringe la magnitud de la cuerda que buscamos.

Por último, mediante cálculos sencillísimos respectivamente basados en la consideración de un triángulo rectángulo; en una serie de proporciones sacadas del teorema de Schiaparelli, combinado con la ley del cuadrado de la velocidad, y en otra serie de divisiones, es fácil convencerse de que si la atmósfera tiene 60<sup>km.</sup> de espesor, á los 40 de altitud la cuerda vale 982<sup>km.</sup>; á 50<sup>km.</sup>, dicha cuerda es de 694, y á 55<sup>km.</sup> le corresponden 492; de que *en menos de diez segundos*, contados desde la llegada del bólido á la primera capa gaseosa, el valor de la velocidad máxima, mínima ó intermedia queda reducido á una magnitud menor que 7<sup>km.</sup>,86, la cual hemos visto que marca el límite superior de los valores convenientes para que los proyectiles que pasan á una altura no mayor que 60<sup>km.</sup> caigan sobre la Tierra, y de que aun admitiendo que el móvil, ya dentro del aire, marcha con una velocidad constante de 9<sup>km.</sup>, evidentemente superior á la media que en el caso más desfavorable le corresponde, tardaría *más de diez* y aun más de cincuenta segundos en describir la cuerda antedicha, y, por lo tanto, mucho antes de haberla recorrido por completo, y con más razón, mucho antes de haber trazado la curva correspondiente, sea ésta la que quiera, habrá perdido tanta energía cuanta es necesaria para que la velocidad remanente sea menor que 7<sup>km.</sup>,86. Luego *todo cuerpecillo errante que llegue á la atmósfera con velocidad parabólica, caerá necesariamente sobre la Tierra, cualquiera que sea la inclinación inicial*, á menos que ésta se acerque tanto á valer 90 grados respecto á la vertical del punto de ingreso, que sensiblemente la cuerda se convierta en tangente, y el bólido, por singular casualidad, no haga más que tocar el límite superior de la envolvente gaseosa.

Dispéñeme el Sr. Echegaray si, para demostrar lo que me proponía, he descendido á detalles menu-

dos, aunque necesarios, dado el estado á que ha llegado la discusión. Agotada ya ésta, y haya ó no haya tenido la fortuna de convencerle, siempre quedará honrado y satisfecho por la feliz circunstancia de haber sido mi contrincante persona tan ilustre y tan cortés.

JOSÉ DE CASTRO PULIDO.