

ARQUÍMEDES Y LA ENERGÍA SOLAR DEFIENDEN SIRACUSA CONTRA MARCELO Y UN ESPAÑOL

José Luis Sánchez López.

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Director Adjunto de la M.C.T.

RESUMEN

El primer hecho histórico en el que supuestamente se produce una manipulación y un uso de la energía solar es la toma de Siracusa por Marcelo en el siglo III a J.C. En este escrito se expone el contexto histórico y se analizan los dispositivos que pudo emplear Arquímedes. Finalmente se obtienen unas conclusiones a manera de interrogantes.

ABSTRACT

The first historical account of the handling and use of solar energy is the conquest of Syracuse by Marcello in the third century B.C. This paper presents the historical background and considers the devices Archimedes may have used. The conclusions bear a question mark.

INTRODUCCIÓN

Cualquier referencia actual al aprovechamiento de la energía solar parece llevar implícita la aplicación para usos pacíficos de la misma, bien en desalación de aguas marinas, bien como energía transformable en eléctrica y posterior aplicación a iluminación, calefacción, alimentación de instalaciones aisladas, etc., quedando totalmente relegada la posibilidad de su empleo para usos militares. Sin embargo el hombre lleva a cabo por primera vez un tratamiento, una manipulación y por tanto una tecnología, por muy rudimentaria que sea, de la radiación solar durante el enfrentamiento romano-cartaginés que conocemos como segunda

guerra púnica. Después habrá que esperar hasta el siglo XVIII para encontrar realizaciones coronadas por el éxito, como fueron las de Buffon o de Cassini. Quizá deba aclarar que la primera manipulación de la energía solar con fines bélicos tuvo lugar bastante antes. En el libro de Josué nos cuenta el autor sagrado el enfrentamiento en torno a la ciudad de Gabaón "Aquel día, el día en que Jahvé entregó a los amorreos en las manos de los hijos de Israel, habló Josué a Jahvé, y a la vista de Israel dijo: Sol, detente sobre Gabaón; y tú, luna, sobre el valle de Ayalón; y el sol se detuvo y se paró la luna, hasta que la gente se hubo vengado de sus enemigos. ¿No está esto escrito en el libro de Jacer? El sol se detuvo en medio del cielo, y no se

apresuró a pararse, casi un día entero" (Josué 10, 13).

En las líneas que siguen se hace un esbozo de la conquista de Siracusa por Marcelo, se analiza cómo pudo ser el dispositivo supuestamente empleado por Arquímedes y se acaba con un triste recuerdo de un español que echó por tierra la genialidad del siracusano en una sola noche.

ROMA VERSUS SIRACUSA

"Nombrado Marcelo cónsul por tercera vez se embarcó para la Sicilia a causa de que los prósperos sucesos de Anibal habían vuelto a despertar en los cartagineses el deseo de recobrar aquella isla con la oportunidad también de andar alborotados los de Siracusa después de la muerte de Hierónimo...". Así comienza Plutarco, en su Pelópidas-Marcelo, a narrar la aventura de M. Claudio Marcelo frente a Siracusa.

Tres años antes, en el 216 a J.C., el enfrentamiento entre Roma y Cartago parecía estar llegando a su fin, pues en Agosto de este año Anibal había infligido, en Canas, a los romanos la derrota más grave de toda su historia. En ese momento la guerra parece tener un claro vencedor. Anibal sólo tiene que marchar hacia Roma. En cambio, se dirige hacia el sur. Es quizá uno de los sucesos más inexplicables que pueden encontrarse a lo largo y ancho de la historia de los hombres. Muy alto será el precio de semejante actitud, pues Cartago será derrotada por Publio Cornelio Escipión y un siglo después Escipión Emiliano pasará el arado sobre Cartago y la cubrirá de sal, haciendo desaparecer para siempre la cultura fenicia occidental.

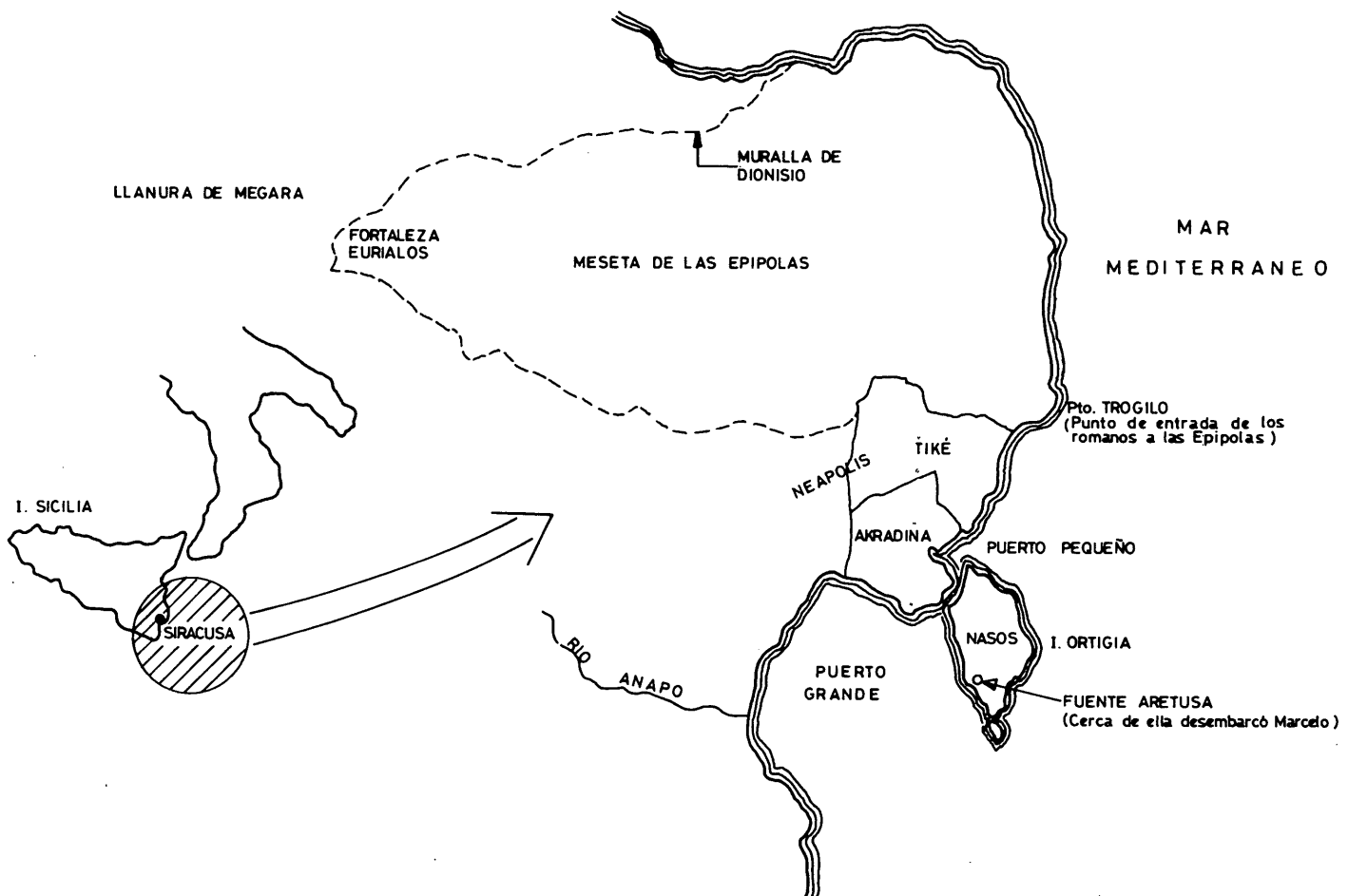
Cuando ya las acciones de Anibal han dejado de hacer temblar a los romanos llega Marcelo ante Siracusa sitiándola por tierra y por mar. Mientras Apio manda las fuerzas de tierra, el mismo Marcelo se sitúa frente a la escuadra y bloquea la costa con sesenta galeras de cinco órdenes. Es la primavera del 213 a J.C. A lo largo de todo este año y del siguiente se prolonga el asedio.

Durante meses Marcelo sitúa sus naves en el Puerto Grande (fig.1) aproximándolas a las murallas de la ciudad sitiada e intentando poner en acción las *sambucas* (ingenio romano empleado en el asalto de las ciudades desde el mar), pero todo resulta inútil. Arquímedes se ha encargado de la defensa de Siracusa y pone en acción grúas, catapultas, palancas, poleas y al final los espejos us-

rios, auténtica artillería de costa. Las naves romanas se ven izadas sobre las aguas por poderosos brazos que emergen de la muralla, golpeando terriblemente sobre la superficie marina cuando las manos mecánicas sueltan su presa. Enormes bloques caen sobre sus cubiertas desde las catapultas siracusanas. Al final las naves romanas se separan de las murallas, sus tripulantes tiemblan cuando ven surgir algún mecanismo sobre la coronación de los muros. Alejados creen encontrarse a salvo pero Arquímedes tampoco aquí las permite descansar. Misteriosamente comienzan a arder los velámenes y las maderas de las naves romanas por la acción de los rayos procedentes de la ciudad. Arquímedes está empleando sus espejos incendiarios, usa por primera vez la energía solar como un arma de guerra. Marcelo se ve obligado a renunciar al asedio directo.

Seguramente en el otoño del 213 a J.C. las naves romanas bordean la costa que circunda Siracusa y las Epípolas en busca de un punto débil por el que poder acceder a la ciudad. Y al final lo encuentran en el puerto Trógilo. Por él Marcelo se apodera de Tiké y Neápolis, la zona de suburbios y barrios de las afueras de Siracusa, quedando, sin embargo, la Akradina y Ortigia en manos siracusanas. Y tiene lugar un hecho curioso: la gran fortaleza de Eurialos, segura protectora de las Epípolas, es tomada por Marcelo desde dentro de las murallas exteriores. A lo largo del invierno y ante los progresos romanos acuden refuerzos cartagineses que acampan en las orillas del Anapo.

Marcelo se encuentra así bloqueado dentro de la ciudad que quiere conquistar y de nuevo la paradoja acude en ayuda del general romano. Al transcurrir el verano el campamento cartaginés situado en las marismas del Anapo se ha transformado en un lugar pestilencial y mortífero; pero dejemos que Tito Livio resuma la situación: *"Mas una epidemia afectó igualmente a unos y otros (romanos y cartagineses) y apartó su atención de los propósitos de la guerra; en efecto, hallándose en la estación otoñal y en unos lugares naturalmente insalubres, la fuerza intolerable del calor hizo enfermar a casi todos, en uno y otro campamento, pero atacó con mucho mayor fuerza a los que estaban fuera de la ciudad que a los que se encontraban dentro de ella.."* Y así esa insalubridad que hasta esta ocasión había sido uno de los baluartes protectores de Siracusa, se transforma ahora en su más peligrosa atacante pues acaba con el ejército cartaginés y deja a Marcelo en completa libertad. Al llegar el Otoño del 212 a J.C. Marcelo, due-



ño de Tiké, Neápolis y Epípolas, rodea la ciudad propiamente dicha por mar con la flota y por tierra con varios campamentos cómodamente asentados en los propios barrios de Siracusa. La rendición ya es cuestión de paciencia. Las discusiones acerca de la conveniencia de una rendición originan un levantamiento de algunos defensores y la muerte de los magistrados. A fin de restituir la autoridad perdida se eligen dos "gobiernos provisionales", uno para la Akradina y otro para Nasos (isla Ortigia). Precisamente un miembro de uno de dichos gobiernos se vende a Marcelo y lo que a lo largo de dos años no consiguieron las legiones y las escuadras romanas (gracias a Arquímedes) logra en una noche un grupo de soldados. Y resume Plutarco la toma y saqueo: "... porque habiéndose tomado por traición de allí a poco tiempo las demás parte de la ciudad, todo lo saquearon...". Y una de las víctimas de este último asalto y saqueo es precisamente Arquímedes, quién habiendo previsto todas las acciones militares romanas, contra todas ideó ingenios y artugios que las hicieron

fracasar, siendo al final víctima de la traición que no pudo o no quiso imaginar.

ARQUÍMEDES, INGENIERO A SU PESAR

Theodor Mommsen en su Historia de Roma, cuando comienza a describir el asedio de Siracusa lo hace refiriéndose a Arquímedes: "...pero la ciudad se defiende vigorosamente, con ayuda de su famoso matemático e ingeniero, el siracusano Arquímedes". Es ésta una de las pocas ocasiones en que existe una referencia a Arquímedes considerándole como ingeniero. Sin embargo difícilmente se podría encontrar un calificativo más exacto.

A Arquímedes los más de los autores antiguos y modernos lo consideran filósofo, matemático, geómetra, físico, etc., pero rara vez ingeniero. Sin embargo su obra en Siracusa comprende una serie de campos tan típicamente ingenieriles como:

▼ **Poliórcética.** Técnica del asedio de ciudades, refiriéndonos ahora tanto al punto de vista

Figura 1.
Siracusa en
tiempos de
Arquímedes.
(Sólo pretende ser
indicativo de los
emplazamientos de
los diferentes
lugares citados).

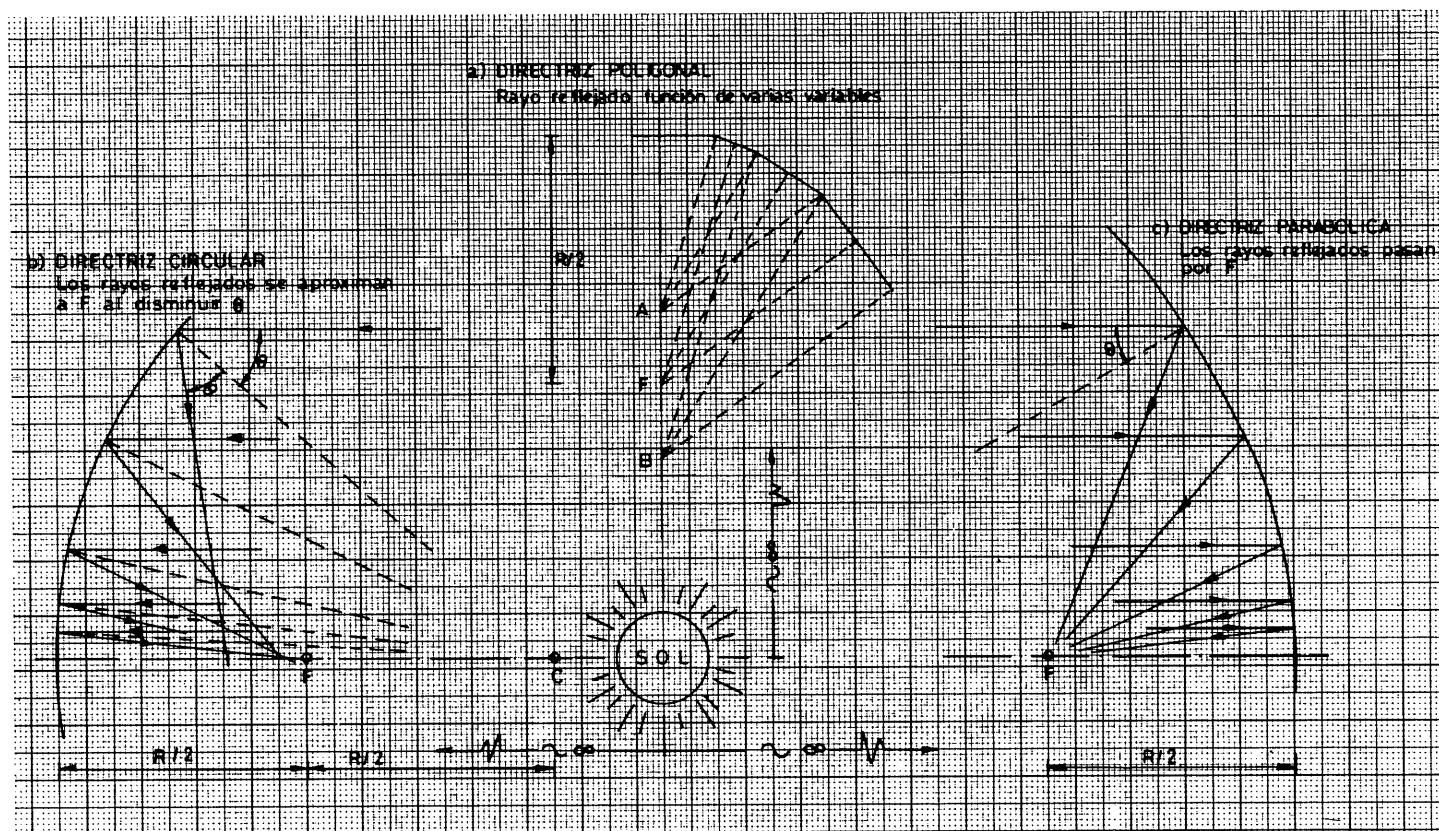


Figura 2. Reflexión de los rayos solares según la forma de la directriz.

militar como al del arte y técnica de fortificación de las mismas. Así, es obra de Arquímedes la modernización de la fortaleza Eurialo, punta de lanza de la meseta de las Epípolas, protegida por la Muralla Exterior que mandará construir Dionisos.

▼ **Balística.** Las diferentes armas ofensivas para el lanzamiento de dardos, piedra, balas, etc., ideadas por Arquímedes van desde grandes catapultas hasta ballestas. La artillería tuvo en el genial siracusano uno de los pioneros más afortunados. "Al ejército con armas arrojadas de todo género y con piedras de una mole inmensa, despedidas con increíble violencia y celeridad ...", dice Plutarco cuando se refiere a los ataques sobre las tropas de tierra.

▼ **Maquinaria.** Diseña y construye todo tipo de poleas, grúas, palancas, etc., con los que hace zozobrar las naves romanas y da al traste con la aproximación de las sambucas. "En cuanto a las naves a unas las asían por medio de grandes maderas con punta que repentinamente aparecían en el aire saliendo desde la muralla y alzándose en alto con unos contrapesos.... y a otras levantándolas rectas por la proa con garfios de hierro... o atra-

yéndolas y arrastrándolas con máquinas...", comentario Plutarco cuando describe la batalla naval.

▼ **Modernas instalaciones.** La posibilidad de que Arquímedes hubiera construido ascensores no se deduce, en principio, de las descripciones llegadas a nosotros de autores antiguos; sin embargo Vladimir Bartol, en su *Alamut*, cuando nos narra como Ibn Hassan, el jefe de la secta de los "asesinos", el viejo de la montaña, a caballo de los siglos XI y XII, aterrorizó a todos los gobiernos de Oriente Medio y se erigió en máximo representante chiita en su guerra santa frente a los sunitas, hace referencia a un ascensor instalado en la fortaleza de Alamut: "Este artilugio no tiene nada de extraordinario -explicó Hassan- se trata de un invento de Arquímedes. Consiste esencialmente en un sistema de poleas, en todo semejante al de nuestros pozos del desierto."

▼ **Armas de fuego.** Creo que como tales pueden considerarse los célebres espejos ustorios con los que Arquímedes incendia la armada romana y a los que nos referimos con más detalle después.

Esta obra que tratamos de sintetizar va refrendada por algunos de sus escritos: "Del equilibrio de los planos", "El Arenario", "Sobre los cuerpos flotantes", "Los Espejos ustorios", y sobre todas ellas "El método". Cada uno de ellos representa ramas tan ingenieriles como la Estática o la Mecánica de Fluidos.

Si, con Mommsen, creemos poder considerar a Arquímedes como un gran ingeniero, el siracusano estaba muy lejos de esa opinión, siendo así que, según nos transmite Plutarco, la aplicación no le merecía gran aprecio pues "... es que tenía por innoble y ministerial toda ocupación en la mecánica y todo arte aplicado a nuestros usos, y ponía únicamente su deseo de sobresalir en aquellas cosas que llevan consigo lo bello y excelente...". Sin ánimo de entrar en discusión acerca de la simultaneidad de lo bello y lo práctico, parece que a sí mismo nunca se consideró como un ingeniero y, seguramente, no tuvo un encomiable concepto de quiénes podían ser considerados como tales. En contraposición pienso que el hecho de que una de las mentes más preclaras de la antigüedad represente el perfil ideal del ingeniero es motivo de orgullo para los que, en épocas posteriores, hemos ejercido como tales.

LOS ESPEJOS INCENDIARIOS

Arquímedes no se contenta con defender Siracusa de los ataques de Marcelo sino que da un paso adelante y él mismo inicial el ataque. Para ello idea unos espejos que reflejando los rayos del sol queman las naves romanas. Lo que Arquímedes construye es un espejo capaz de concentrar los rayos solares logrando así elevadas temperaturas. Desgraciadamente ignoramos qué tipo de espejo fue el elegido por el siracusano y es por ello que vamos a analizar, muy brevemente, las posibilidades que tuvo para luego, según las circunstancias que concurrieron, elegir la que parece más idónea.

Si la concentración de los rayos trata de realizarse sobre una línea, tendremos cilindros cuya diferenciación residirá en la directriz (fig.2), pudiendo ocurrir que sea:

▼ a) Poligonal, o lo que es lo mismo que el cilindro se conforme por una serie de espejos planos situados de forma tal que todos ellos reflejen al mismo punto los rayos procedentes del infinito (fig.2a). Quizá pueda parecer la so-

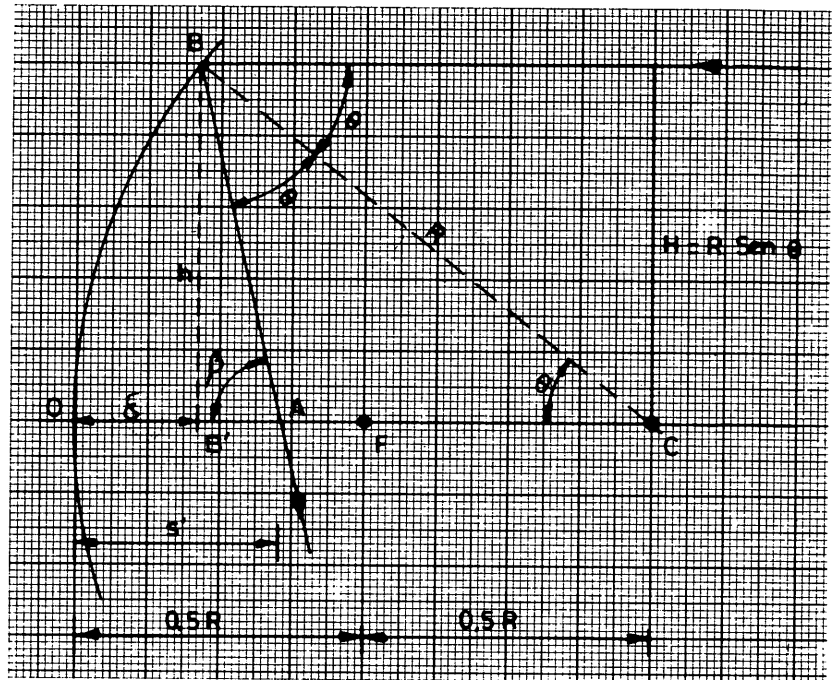


Figura 3.
Coeficiente de aumento con directriz circular.

lución más sencilla tanto desde el punto de vista de su concepción como de su construcción.

▼ b) Circular (fig.2b) en la que se verifica que al tender a cero el valor del ángulo incidente con la normal, el rayo reflejado procedente del infinito tiende a pasar por un punto, al que puede llamarse foco, situado a una distancia $R/2$ del centro, siendo R el radio del espejo.

▼ c) Parabólica (fig.2c). Al ser la directriz una parábola ocurre que todo rayo con origen en el infinito (como son los solares) y por tanto paralelo al eje de la parábola pasa por el foco de la misma tras la reflexión. Con esta directriz el coeficiente teórico de aumento será infinito y, en consecuencia, debería producirse la ignición instantáneamente si el objeto estuviese situado en el foco.

En el caso de espejo circular podemos obtener el coeficiente de aumento calorífico como la relación entre la superficie normal al haz de rayos incidentes y la superficie sobre la que actúan esos mismos rayos una vez reflejados. En la fig. 3 se recoge el esquema. Puede escribirse:

$$\beta = 2\theta$$

$$(x + d)^2 = y^2 + (d - x)^2$$

$$y^2 - 4dx = 0$$

$$\frac{h}{s' - \partial} = \frac{2 \frac{h}{R - \partial}}{1 - \left(\frac{h}{R - \partial} \right)^2}$$

Operando y recordando que $\delta = R (1 - \cos \theta)$ queda:

$$S' = R \left(1 - \frac{1}{2 \cos \theta} \right)$$

Y de acuerdo con la definición dada de coeficiente de aumento calorífico, K, queda:

$$K = \frac{R \sin \theta}{0,5R - S'}$$

sustituyendo el valor calculado de S' y teniendo presente que hemos calculado medio espejo:

$$K = \frac{2 \sin 2\theta}{1 - \cos \theta}$$

Este coeficiente tiene valores reducidos para ángulos θ grandes (p.e) $\theta = 45^\circ$, $K = 3,4$ pero conforme disminuye el ángulo K aumenta. En el límite sería:

$$K = \lim_{\theta \rightarrow 0} \frac{2 \sin 2\theta}{1 - \cos \theta} = \frac{0}{0} \text{ indeterminado}$$

Aplicando L'Hopital se obtiene:

$$K = \lim_{\theta \rightarrow 0} \frac{4 \cos 2\theta}{\sin \theta} = \frac{4}{0} = \infty$$

No hace falta señalar que todas estas consideraciones acerca del poder de ampliación calorífica únicamente tienen el carácter de teóricas, ya que en la práctica un cilindro parabólico da concentraciones del orden de 50 y puede originar unas temperaturas en torno a los 300° C. Sin embargo sí que son válidas las consecuencias deducidas de las comparaciones entre una curva y otra.

Si la concentración de los rayos solares se realiza no sobre una línea sino sobre un punto tendremos, en vez de cilindros parabólicos, auténticos paraboloides, o esferas en el caso de directriz circular.

Cualquiera de las posibilidades señaladas pudo ser empleada por Arquímedes para incendiar la escuadra romana.

No es fácil encontrar una razón que permita decidir cual de todas ellas coincidió con la realidad. En principio parece que el espejo de directriz quebrada debería eliminarse, ya que para lograr una ampliación calorífica suficiente, el número de caras debería haber sido alto al tener que ser cada una de ellas de dimensión muy reducida. Quedan los de directriz circular y parabólica. ¿Cabe tratar de encontrar un factor teórico de elección en las dimensiones requeridas según se trate de una solución u otra y en la posibilidad o no de llevar a la práctica esa dimensión conforme al desarrollo tecnológico del momento? A fin de examinar esta posibilidad vamos a referirnos a un sistema de ejes X-Y ortogonales. La ecuación de una circunferencia con centro en el eje de la X y coordenadas (R,0) siendo R el radio será:

$$(x - R)^2 + y^2 = R^2$$

$$x^2 + y^2 - 2Rx = 0$$

La de una parábola con eje el de las X y foco el punto (d,0):

$$(x + d)^2 = y^2 + (d - x)^2$$

$$y^2 - 4dx = 0$$

Si suponemos que el barco a incendiar se encuentra en el foco de la parábola d será la distancia entre espejo y barco, que en el caso de la circunferencia equivaldrá a $d = R/2$, a fin de que para ángulos pequeños los rayos reflejados se aproximen a un mismo punto. Si imaginamos uno y otro espejo con la misma altura, es decir.

Y parábola = Y circunferencia

ha de ocurrir que:

$$4dx_p = 2Rx_c - x_c^2$$

pero $R = 2d$ y por lo tanto:

$$4dx_p = 4dx_c - x_c^2$$

o lo que es igual:

$$x_p = x_c - \frac{x_c^2}{4d}$$

La diferencia entre una y otra "sagita" es $x_c^2/4d$. Aparentemente podría concluirse que dado que va a ocurrir siempre que $x_c > x_p$ sería más fácil construir el espejo de directriz circular que el parabólico, pero si profundizamos un poco más podemos obtener la diferencia entre un valor y otro. En el caso de:

Distancia al barco = $d = 50$ m.

Altura del espejo = $h = 1,70$ m., $y = 0,60$ m. la "sagita" que se obtiene para el caso de una y otra directriz es:

$$x_c = 0,0018 \text{ m} = 1,8 \text{ m.m.}$$

$$x_p = 0,0018 \text{ m} = 1,8 \text{ m.m.}$$

No es que ambos valores sean iguales, como podría pensarse, es que la diferencia entre ambos es tan pequeña que no ha aparecido en los valores anteriores. Dicha diferencia, si nos movemos en diez cifras decimales, es

$$\frac{x_c^2}{4d} = 0,0000000162 \text{ m.}$$

y por lo tanto, con 10 cifras decimales, los valores serían:

$$x_c = 0,0018000162 \text{ m.} \quad x_p = 0,0018 \text{ m.}$$

La conclusión momentánea es importantísima: si Arquímedes empleó espejos cuya altura no excediera de 1 a 2 m., no cabe hablar de directriz circular o parabólica ya que el arco de curva a empear es prácticamente idéntico en un caso o en el otro. ¿Hasta que altura de espejo pudo emplear el siracusano sin que la diferencia máxima entre una directriz y otra excediese de un valor ridículo, digamos por ejemplo 1 mm.? Bastará igualar la expresión antes obtenida a 1 mm.

$$\frac{x_c^2}{4d} = 0,001, \text{ siendo } d = 50 \text{ m.}$$

$$x_c = 0,447214 \text{ m.}$$

y por tanto:

$$y_c = 4d x_c - x_c^2 = 89,23 \text{ m.}$$

Por lo que el espejo tendría una altura de $H=178$ m., muy lejos de lo que sensatamente podemos suponer tuvieron los espejos de Arquímedes.

A conclusiones parecidas podríamos haber llegado si en vez de analizar una y otra curva para la directriz nos hubiéramos fijado en el coeficiente de aumento calorífico antes señalado. Sabemos que en el caso del arco parabólico pasan todos los rayos reflejados por el foco y, por tanto, el coeficiente es teóricamente infinito. En el caso de la circunferencia, según se ha indicado antes es:

$$K = \frac{2 \operatorname{sen} 2\theta}{1 - \cos \theta}$$

Si nos seguimos moviendo en las distancias y magnitudes empleadas antes tendremos:

$$\begin{aligned} d &= 50 \text{ m.} & y &= 0,6 \text{ m.} & \theta &= 0,005999928 \text{ rad.} \\ R &= 100 \text{ m.} & & & \theta &= 0,3437705519 \text{ sexa.} \\ \cos \theta &= 0,9999820005 & 1 - \cos \theta &= 0,00001799951404 \\ \operatorname{sen} 2\theta &= 0,011999568 & K &= 666,66 \times 2 = 1333 \end{aligned}$$

No es que sea infinito el valor obtenido pero sí lo suficiente alto como para considerarlo como tal. El efecto incendiario puede resaltarse si se observa que el rayo reflejado en el borde superior del espejo (el que, al reflejarse, va a pasar más lejos del punto teórico con $\theta \rightarrow 0$, es decir $R/2$) se va a reflejar a una distancia del $R/2$ de $0,5 R - S'$ con la notación antes empleada, y por tanto un valor de 0,00089999 mts. Ello significa que en un ancho de 0,9 m.m. van a reflejarse todos los rayos solares recibidos por el espejo. Se aprecia la escasa diferencia que habrá frente a un arco parabólico.

Si como consecuencia de cuanto antecede parece concluirse que la solución al dilema directriz circular o parabólica se obtiene contestando que no existió tal dilema, en relación al material con el que Arquímedes construyó sus espejos incendiarios la elección parece bastante más sencilla. Es más que probable que emplease el bronce. En la época a que nos referimos Siracusa tiene una artesanía de muy alto nivel, destacando principalmente los bronceístas, cuyo renombre excedía los

límites de la ciudad. No le debió resultar nada difícil a Arquímedes encontrar los artesanos que construyeran el dispositivo por él diseñado.

TRANSCENDENTAL Y TRISTE PAPEL DE UN ESPAÑOL EN ESTOS SUCESOS

Tito Livio, en el Libro XXV de su "Ab urbe condita", describe con toda clase de detalles los sucesos acaecidos desde el asesinato de los magistrados de Siracusa y consiguiente elección del gobierno provisional hasta la caída de la ciudad en poder de Marcelo. La defensa de cada uno de los dos barrios antiguos, La Akradina y Nassos (isla Ortigia), que aún se mantienen rebeldes a Marcelo, ha quedado encomendada a tres jefes. Uno de los miembros del triunvirato que gobierna la Akradina es español, de nombre Moerico, de ascendencia céltica según dice Livio y detalla García Bellido: *"Tanto Moerico como eran hispanos de sangre céltica o celtibérica, juzgado al menos por sus nombres. Debían de proceder de alguno de los pueblos de la meseta norte"*.

En este período del asedio llega a Siracusa otro español, Belligerio, procedente de la península y cuenta a Moerico la grave situación cartaginesa allí. Al menos eso dice Tito Livio: *"... todo estaba dominado allí por las armas romanas..., si se obstinaba en seguir el asedio, ¿qué esperanza podía tener, cercado como estaba por tierra y por mar?"*. Esta afirmación de Belligerio, tan importante y decisiva en la palabra última de Moerico y por tanto en la suerte de Siracusa como mostraron los hechos posteriores, merece una interesante reflexión, por cuanto significa profundas contradicciones con otras fechas aceptadas. Recordemos que estamos en el final del verano ó el otoño del año 212 a J.C.

En la Historia de España de Menéndez Pidal pueden leerse las siguientes frases:

"... pero los Escipiones se creyeron en posición tan firme que pasaron aquel invierno, el de 213, a 212, en Urso y Castulo, o sea en Osuna y Cazlona".

"... al llegar la temprana primavera andaluza la lucha se renueva...".

"Publio luchó contra las fuerzas unidas de Asdrúbal Giscon y de Magon, cerca de Castulo, y fué derrotado y muerto".

"Gneo, derrotado y abandonado por los soldados celtiberos refugiose en una torre próxima a Ilorra, Lorca, y allí murió luchando contra los soldados de Asdrubal Barca".

Todos estos acontecimientos tienen lugar en la primavera del 212 a J.C. Como consecuencia de ellos los romanos, guiados por Tito Fonteya, se repliegan más allá del Ebro. La península queda en manos de los Barca, y aunque Roma enviará refuerzos en el 211, seguirá en similares condiciones hasta la llegada del mimado de la fortuna Publio Cornelio Escipión. España es cartaginesa. Y siendo así, unos meses después, en el otoño del mismo año Belligerio, procedente de la península informa a Moerico en términos tan distintos, como ya se ha indicado antes.

Caben, al menos, dos explicaciones: o Tito Livio comete un error claro en su narración o el error reside en la fecha normalmente admitida para la derrota y muerte de los Escipiones en España. Ciertamente Marcelo podría haber enviado a Belligerio para convencer a Moerico de entregar la ciudad, incluyendo entre sus razones la mentira acerca de los sucesos reales en España, pero parece un refinamiento excesivo en la mente de Marcelo del que, por otra parte, según estaban las cosas, tampoco tenía necesidad.

Parece más aceptable la primera explicación ya que la segunda debería llevar la muerte del padre y del tío de Publio Escipión, como mínimo, a la primavera del 211 a J.C. Este es un tema a dilucidar por los historiadores.

Independientemente de lo que antecede el hecho es que Moerico oye los consejos de su compatriota y entra en conversaciones con Marcelo. Una noche logra quedar encargado de la vigilancia de la puerta situada frente a la fuente Aretusa (en la isla Ortigia) y zona murada adyacente. Por ella entra tranquilamente el destacamento enviado por Marcelo. Conquistado Nasso la Akradina sigue idéntica suerte. Una de las primeras víctimas del saqueo y matanza consiguiente es Arquímedes, a pesar de los esfuerzos del romano por evitarlo. No creo que puedan argüirse muchas razones en defensa de Moerico, por ello es quizá necesario citar a García Bellido, quien en su "Veinticinco estampas de la España antigua" dice: *"La acción de Moerico no fué brillante en este caso aunque el romano la ponderase como ejemplar. Pero no cabe duda de que obró razonablemente guiado por un claro sentido de la realidad"*.

PENÚLTIMA REFLEXIÓN

Resulta llamativo que ni griegos ni romanos (principalmente estos últimos) llevaran a cabo una aplicación práctica posterior del aprovechamiento de la energía solar que Arquímedes les había mostrado como factible, originando así el olvido durante los veinte siglos siguientes de tal fuente energética. Quizá la explicación de semejante olvido reside en la escasa valoración, en los mundos a que nos referimos, de las fuentes de energía. Hasta el siglo pasado la energía disponible es de aportación animal (incluyendo por descontado, aquí la humana) y muy poco más. Sólo cuando nuevos hallazgos presentan nuevas exigencias energéticas, comienza a plantearse la necesidad de fuentes alternativas.

Sin embargo quizá la idea del siracusano no quedará tan en el olvido como parece deducirse de lo anterior.

En la bibliografía novelada de Amin Maalouf "León el Africano" aparece textualmente:

"En las afueras de la ciudad puede verse igualmente ruinas importantes en medio de las cuales se eleva una columna muy gruesa y muy alta que construyó a lo que cuentan los libros antiguos un sabio llamado Tolomeo. Había colocado en todo lo alto un gran espejo de acero que incendiaba, según se dice, todo barco enemigo que intentaba acercarse a la ciudad". La ciudad es Alejandría. Tolomeo vivió entre 100 y 170 a. J.C. Cabe admitir que la idea de Arquímedes siguió empleándose o bien que Amin Maalouf ha hecho un cambio de sabio, de siglo y de ciudad.

Refiriéndose a los inventos secretos para la guerra recibidos por Felipe II, David Goodman recoge:

"Cuando Giovanni Bianchi de Crema (Milán) le ofreció a Felipe "espejos, en forma de escudos, para deslumbrar al enemigo y quemar sus vestidos o barcos" le recordó al rey que ésta era la estrategia usada por Arquímedes para quemar la flota romana en Siracusa". Algo más de siglo y medio después Buffon obtendría resultados prácticos al incendiar una pila de madera desde una distancia de unos 60 m.

¿Cabe realmente admitir que tan sensacional hallazgo, transformado en realidad práctica en el siglo III a. de J.C., haya sido olvidado por una, necesariamente, tan irresponsable humanidad?

Al principio quedé extrañado al no encontrar en ninguno de los autores clásicos que narran la defensa de Siracusa llevada a cabo por Arquímedes referencia alguna, ningún tipo de cita, nada de nada en relación a la quema de la escuadra de Marcelo realizada por el siracusano. No sé realmente cuando aparece por primera vez en un documento histórico tal suceso. Sin embargo la total ausencia citada me obliga a concluir que tal suceso no tuvo nunca lugar, que Arquímedes no quemó la escuadra romana, que no existieron sus espejos incendiarios, que nunca se le planteó la disyuntiva de parábola o circunferencia, que todo ello es tan sólo una leyenda creada con bastante posterioridad.

Pero también estoy seguro de que, como todos los mitos y leyendas, la invención se apoya en un algo real. ¿Qué pudo ser lo que motivase la creencia en la quema de la escuadra de Marcelo por Arquímedes empleando tan solo un espejo? Quizá la respuesta sea tan simple como el hecho de que una de las obras del siracusano sea "Los espejos ustorios", es decir "Los espejos incendiarios".

Paradoja sobre paradoja, hoy se piensa que esta obra sea de Apolonio no de Arquímedes.

CUATRO CONCLUSIONES

De cuanto antecede parece que pueden derivarse algunas conclusiones de naturaleza diferente.

▼ a) Históricas

a.1.- Ha de aceptarse una falsa datación para la muerte de los Escipiones o bien una errónea información de Tito Livio. Quizá haya que revisar la fecha de 212 a. de J.C. como muerte del padre y tío del mimado de los dioses.

a.2.- La quema de las naves de Marcelo por Arquímedes es una pura leyenda. No existe referencia histórica alguna de ello. Aunque creo que pudo hacerlo, nunca lo hizo. Sólo su pretendida paternidad sobre "Los espejos ustorios" originó, con el paso de los siglos, la leyenda.

▼ b) Técnicas.

b.1.- ¿Circunferencia o parábola? En el caso de que el hecho hubiese ocurrido, Arquímedes habría estado convencido de haber empleado parábolas (reflexión de rayos paralelos al eje sobre el

foco, aumento infinito), en realidad habría sido imposible discernir si eran parábolas o circunferencias, y seguramente no habrían sido ni unas ni otras.

▼ c) Grémicas.

c.1.- Arquímedes es realmente, muy a su pesar, pero al tiempo con su total consentimiento, el primer gran ingeniero de la historia.

Y ÚLTIMA REFLEXIÓN

Quizá la conclusión a.2.sea una primera respuesta a la inexistencia de una escuela para aprovechar la energía solar a partir de Arquímedes.

Podría pensarse que si, a través de textos y autores, la idea siguió viva durante los veinte siglos siguientes, fue de una forma exclusivamente teórica y nunca como una realización práctica. Cabría preguntarse si tal actitud obedeció en buena parte, no a que Arquímedes nunca incendiaria la escuadra romana, sino a que, aunque Arquímedes hubiera incendiado parte de la escuadra, Marcelo entró en Siracusa y enterró para la historia, bajo sus estandartes victoriosos, la sabiduría del siracusano. Eso sí, con la inapreciable colaboración de un español sin patria y sin bandera.

BIBLIOGRAFÍA

- **Arquímedes. Científicos griegos. Tomo II.** Editorial Aguilar. Contiene las obras citadas en el texto a excepción de "Los espejos ustorios".
- **Bartol Vladimir.** Alamut. Muchnik Editores. Barcelona, 1989.
- **García y Bellido, A.** Veinticinco estampas de la España antigua. Editorial Espasa-Calpe- 1967.
- **Goodman, D.** Poder y penuria. Gobierno, tecnología y ciencia de la España de Felipe II. Alianza Editorial. Madrid, 1990.
- **Maalouf, A.** León el Africano. Alianza Editorial. Madrid 1991.
- **Menendez Pidal,** Historia de España. Tomo II. Editorial Espasa-Calpe. Madrid 1935.
- **Mommsen, T.** Historia de Roma. Editorial Aguilar. Madrid, 1965.
- **Plutarco.** Vidas paralelas. Pelópidas-Marcelo. Editorial Espasa-Calpe. Madrid, 1952.
- **Polibio.** Historia universal. Editorial Iberia. Barcelona, 1968.
- **Sagrada Biblia. Libro de Josué.** Editorial Católica - Madrid, 1966.
- **Tivo Livio.** Ab urbe condita. Editorial Gredos. Madrid, 1988.
- **Varios autores.** Arqueología de las ciudades perdidas. Editorial Salvat. Pamplona, 1987.
- **Varios autores.** Curso de energía solar. Colaboración de M.O.P.U. Madrid, 1981. ●