

CONSIDERACIONES SOBRE UN INSTRUMENTO MUSULMAN DE POSIBLE APLICACION GEODESICA

PEDRO A. LILLO CARPIO
MARTIN J. LILLO CARPIO

Según hemos podido averiguar, la pieza de bronce en forma de pez a la que hacemos referencia (fig. 1, lám. I A), apareció de manera fortuita en la ladera meridional del Castillico de las Peñas, a mediados del año 1979.

El lugar dista unos cinco kilómetros de la población de Fortuna, a la izquierda del camino a la Fuente Blanca, donde la Rambla del Cantalar se estrecha entre cantiles rocosos y brota un manantial cuyas aguas son aprovechadas, vertiente abajo, para pequeños regadíos (fig. 2).

De acuerdo con el emplazamiento, parecen localizarse aquí las condiciones óptimas para la ubicación de un poblado defensivo típico: aprovisionamiento de agua, sector inmediato propicio al cultivo intensivo, áreas complementarias de cereales y monte, y lugar de paso entre la Vega del Segura y el denominado Altiplano Jumilla-Yecla. El hecho queda, además, constatado por el estudio de los contextos arqueológicos de la Edad del Bronce y etapa ibérica.

Tras el abandono en época romana de este habitat defensivo, parece que no se vuelve a ocupar de nuevo hasta época musulmana avanzada (siglos X al XII), como indican los paramentos de muro en la cima y los restos cerámicos.

Junto a la figurilla indicada aparecieron otros dos elementos de la misma aleación y que consideramos asociados a ella, así como escasos fragmentos de cerámica árabe, vidriada y manganesada, lo que nos hace suponer una presencia musulmana que podríamos encuadrar en el tránsito de los siglos XII-XIII.

El cuerpo del pez está compuesto de dos piezas huecas de igual longitud, correspondientes a las partes delantera y posterior, que se ensamblan, quedando embutida la de la cola en la de la cabeza. Bajo las agallas y en el lugar de las aletas pectorales, el cuerpo se prolonga en forma de placa rectangular perforada, que termina lateralmente en la parte inferior por una barrita cilíndrica, paralela al cuerpo fusiforme, hasta el extremo de la cola. Dicha barra traspasa la prolongación, hueca y también cilíndrica, de otra placa rectangular perforada que prolonga el cuerpo a la altura de la aleta anal.

El cuerpo, fusiforme y de sección octogonal, está recorrido en sus cuatro caras más visibles de la parte posterior, por zig-zag transversales hecho a lima, y en la parte delantera decorado a base de círculos incisos profundos con punto central. La parte de la cabeza, redondeada y rematando en un hocico labiado, es marcada del cuerpo por una serie de tres incisiones de lima en la zona branquial. La parte inferior de la boca, carente de mandíbula, queda abierta desde el extremo hasta la altura de las agallas, dando entrada precisa a una barra pendiente. La aleta caudal, plana y geométrica, termina en una serie de seis picos (como continuación de los radios), marcados a base de lima y posterior pulido, y está decorada por seis perforaciones similares a las de la aleta dorsal.

La aleta dorsal está dividida en dos partes de igual longitud (anterior y posterior), decoradas con picos y perforaciones, y separadas entre sí por una discontinuidad que deja a la vista el lomo.

Debemos recordar aquí que el término pínula (que hoy se utiliza para designar el elemento topográfico y astronómico que sirve para dirigir visuales), proviene de pinnúla, diminutivo de pinna, que significa «la aleta del pez» (Plin). Y, en efecto, los picos que aparecen en la aleta dorsal de este pez de bronce pueden ser utilizados para dirigir visuales. El núcleo principal (A) se comportará, pues, como una alidada (del árabe al-'idada): «regla fija o móvil que lleva perpendicularmente y en cada extremo una pínula».

En la segunda pieza (B) podemos distinguir dos partes: inferior y superior. La parte inferior tiene forma piramidal alargada de sección octogonal, con terminación en forma de esferilla perforada y pasada por un remache que sujeta la anilla circular. Hacia arriba termina en un engrosamiento rematado por tres series de bandas paralelas incisas.

La parte superior es plana, de sección rectangular alargada, y longitud igual a la ya descrita, acabando en un engrosamiento de sección en H finamente trabajado y que encaja perfectamente en la boca del pez, con una amplitud de giro de 90° y posiciones extremas en prolongación del cuerpo o perpendicular a él.

El tercer elemento (C) consiste en una estrecha lámina, también de bronce, doblada por su mitad y que en ambos extremos termina en forma lanceolada, con un pequeño remate redondo. En las partes más anchas lleva sendos orificios.

Es indudable que el elemento fundamental es la figura del pez, que podemos incluir en el conjunto de piezas fundidas y grabadas tan singulares en la metalistería musulmana y que, consideradas de origen sasánida y con influencia del Extremo Oriente, dan auge a las labores sirias de Damasco.

Estas piezas, evocadoras de los esquemas chino-iránicos, aparecen en los talleres fatimíes de Egipto hacia los siglos X y XI, en que son frecuentes las esculturas exentas. Esta fase fatimí tiene muchas concomitancias con los esquemas estilísticos y formales del área hispano-musulmana, especialmente con el SE español, sobre todo en el siglo XII y comienzos del XIII (1).

La pieza a que nos referimos, sigue fielmente los esquemas estéticos de esta fase: no se ha pretendido hacer una representación realista de un ser vivo. Todo lo contrario, la síntesis de formas, la geometrización y la decoración a base de círculos, diagonales incisas y múltiples perforaciones, ponen de manifiesto los exponentes del sistema decorativo en este período, marcadamente antinaturalista (2).

Es evidente que en la Edad Media hay referencias por las que la figura del pez queda vinculada al magnetismo, al igual que a la náutica, si bien aquí nos hallamos ante un posible instrumento en el que el magnetismo no constituye el único fundamento para su aplicación. La función de la barra (B), su amplitud de giro (90°), así como la anilla en su extremo (de la que bien pudo colgar una pequeña plomada), y la posible inclusión de la lámina (C) en el conjunto, nos plantea múltiples interrogantes difíciles de contestar.

El interior del cuerpo fusiforme debió estar ocupado por una aguja magnética, cuya oxidación ha dado lugar al agrietamiento observado en la cápsula. Tratando de dar las máximas garantías al simple experimento (3) suspendimos el pez de un hilo (pasado por la perforación dorsal adecuada, para evitar una inclinación forza-

(1) Papadopoulos, A, 1977: *El Islam y el arte Musulmán. El Arte y las Grandes Civilizaciones*. Dirigido por L. Mazonod, Barcelona, pág. 193.

(2) Cinotti, Mía, 1968: *Arte de la Edad Media*. Ed. Teide. Barcelona, págs. 24-29.

(3) Las experiencias fueron realizadas por el ingeniero Industrial D. Angel Hernández.

da), y observamos cómo la cabeza se orientaba, aunque con cierta dificultad, hacia el S, quedando la cola orientada al N.

Tratando de incluir este curioso instrumento en el contexto tecnológico medieval, hemos recurrido sobre todo a la documentación aportada por Martínez-Hidalgo y Terán, 1946 (4), así como a distintos trabajos publicados más o menos específicos. Sin embargo, los resultados no permiten por ahora establecer mayores precisiones sobre esta interesante pieza.

Intentaremos, pues, establecer unas consideraciones sobre la evolución de la aguja magnética a instrumentos o elementos a ella asociados, haciendo especial hincapie en todo aquello que pudiera estar relacionado con el objeto que nos ocupa.

El desfile de personajes a los que se les atribuye la aplicación por primera vez, o la divulgación de las propiedades de la aguja magnética, sería largo y en ocasiones oscurecido por cuestiones de prestigio nacionalista o local. En esta línea y reduciéndonos exclusivamente a la Edad Media quedarían incluidos: Ramón Llull, como conocedor y divulgador (1233 ó 1235-1315); Flavio Gioia, natural de Amalfi, en el reino de Nápoles, y del que se ha dicho que inventó la brújula hacia el año 1302; Pedro el Peregrino de Maricourt, que en su «Epístola de Magnete», fechada el 8 de agosto de 1269 describe la aguja magnética montada sobre un eje vertical, etc.

Se suele considerar que el uso generalizado de la aguja imantada corresponde a los últimos años del siglo XII o principios del XIII, y tres parecen ser, por el momento, las antiguas sedes de aplicación de la aguja o plancheta magnética: Japón-China, India, Países Escandinavos y Mar Mediterráneo.

Como más que de un descubrimiento podríamos hablar de una utilización práctica de las propiedades de la magnetita o del hierro y acero frotados con la citada piedra imán (5), la discusión quizá debiera centrarse más en cuándo y con qué generalización se utilizó, que en quién o quiénes fueron los que por primera vez conocieron, posiblemente atribuyéndole un significado mágico-religioso, las conocidas propiedades de orientación.

Las citas recogidas son tanto más oscuras cuanto más nos remontamos en el tiempo, y sirvan de ejemplo estos versos citados por García Gómez (6) y que referidos a la España del siglo IX (año 854) dicen así:

(4) Martínez-Hidalgo y Terán, J. M., 1946: Historia y leyenda de la aguja magnética. Barcelona, 252 págs.

(5) La palabra imán, procede del árabe *iman* que significa conductor o guía.

(6) Vernet, J., 1978: La Cultura hispanoárabe en Oriente y Occidente. Ed. Ariel. Barcelona. p. 237.

*Cierto día Qāsin lanzó
un pedo a la calamita (7)
que causó la muerte de todos los peces (8)
que hay en el Océano.*

Parece, por tanto, que, como opinaron Tiraboschi y el Abate don Juan Andrés, los musulmanes españoles del siglo X u XI debieron conocer ya estos procedimientos y transmitirlos a otros pueblos (9).

Un comentario sobre la Historia de Islandia escrita hacia 1108, al hablar de un episodio ocurrido en el año 868, dice que los navegantes de la época no tenían aguja magnética: «Tomó con él tres cestos de palomas enseñadas para servir de guías, porque en aquellos tiempos los marineros de las comarcas septentrionales no poseían la piedra imán» (10).

Humboldt, que defiende la idea del origen oriental y terrestre de la aguja imantada (basándose en la existencia de los «carros magnéticos» chinos), destaca que hay constancia de que en el siglo XII los navegantes chinos habían observado que la aguja que les servía de guía no estaba exactamente dirigida hacia el Sur, y hasta habían medido la variación hacia el SE (11).

También afirma Humboldt: «Como debido a la excesiva movilidad de las agujas flotantes o acuáticas, los chinos podían difícilmente medir sus indicaciones, a principios del siglo XII después de J. C. fueron reemplazadas por agujas que se movían libremente en el aire, aunque suspendidas de un hilo de algodón o seda muy tirante, según el procedimiento llamado hoy suspensión a lo Coulom, y que usó primero que nadie Gilbert en la Europa occidental. Los chinos empezaron en la misma época a determinar con este mismo instrumento perfeccionado, la declinación occidental... Pero mucho tiempo antes la aguja magnética, que únicamente había servido el principio para los viajes de tierra, se aprovechó para la navegación» (12).

Humboldt añade en *El Cosmos*: «En el siglo XII de nuestra era, los chinos sabían no sólo que una aguja magnética horizontal, suspendida de un hilo de algo-

(7) Calamita, procede del latín *calamites* que significa "el que mora entre cañas" (sapo o pequeña rana), o de *calamus*, caña o saeta. Cualquiera de los dos significados: canuto de caña (que lleva en su interior una aguja imantada), o bien rana o renacuajo (las primitivas planchas magnéticas tenían esta forma o la de pez), parecen proceder etimológicamente del ámbito mediterráneo.

(8) Quizá este episodio hiciese referencia a la utilización de explosivos para la pesca.

(9) Martínez-Hidalgo...: opus cit., pág. 13.

(10) Martínez-Hidalgo...: opus cit., pág. 31.

(11) Martínez-Hidalgo...: opus cit., pág. 21.

(12) Martínez-Hidalgo...: opus cit., pág. 21.

dón, forma ángulo con el meridiano geográfico, sino que sabían medir la amplitud de esta declinación» (13).

Se cree que los árabes conocían este instrumento posiblemente la aguja de cebo (14) en el siglo XI, pero guardaron el secreto técnico, puesto que éste les facilitaba el comercio marítimo en detrimento de sus competidores. Por tanto, no es de extrañar que sus textos no lo mencionan hasta la tercera decena del siglo XIII. Es entonces cuando Muhamad Ad-Awfi, en su *Yawāmi Al-Hikāyāt* (colección de narraciones), refiere que un capitán perdido en el Golfo Pérsico, en medio de un temporal, encontró su rumbo valiéndose de una aguja en forma de pez previamente cebada (15).

Como lo más sorprendente de las cartas náuticas es su aparición repentina, entre los siglos XIII y XIV, se cree que hubo una relación muy estrecha entre la utilización de la aguja magnética y la proliferación de mapas (16). A mediados del siglo XIII aparece el *Derrotero de las Costas del Mediterráneo*, publicado por Motzo, que integra la cuenca del Mediterráneo en un todo único (17), y en 1270 se hace referencia a una carta náutica del Mediterráneo, cuando Luis IX, navegando hacia Túnez, se hace mostrar por el almirante en qué punto se encuentra (18).

Ya en el último tercio del siglo XIII, Baylaq Al-Qabŷaqui, en la obra *Kanz Al-Tuŷŷar* (Tesoro de los comerciantes que permite conocer las piedras preciosas) escrita en El Cairo el año 1282, expresa: «Dicen que los capitanes que viajan por el mar de la India reemplazan la aguja y la clavija de madera por unos peces delgados y huecos, dispuestos en forma tal, que echados al agua señalan, de la cabeza a la cola, el mediodía y el norte. El imán que está en la boca toma la dirección sur: ¡misterio de la creación! Los capitanes que navegan en el mar de Siria, cuando la noche está tan oscura que no pueden ver ninguna estrella para orientarse, toman un vaso lleno de agua poniéndolo al abrigo del viento, echan una aguja clavada en una cabilla de madera o a un canuto en forma de cruz, en seguida toman una piedra imán tan grande como para llenar la mano, la acercan a la superficie del agua y le imprimen un movimiento de rotación a la derecha, de suerte que la aguja da vuel-

(13) Martínez-Hidalgo...: opus cit. pág. 72.

(14) La palabra cebo, a pesar de su etimología latina (de *cibus*, comida que se le da a los animales para alimentarlos o atraerlos), puede proceder más directamente, en el caso que nos ocupa, del término portugués *cevo* o del mozárabe catalán *axevo*. En principio pudo suponer abastecer a un pez (metálico), para fomentar la atracción magnética.

(15) Vernet, J., 1978: *La Cultura hispanoárabe en Oriente y Occidente*. Ed. Ariel Barcelona, pág. 234.

(16) Estevenson, E. L., 19 : *Portolan charts, Hispanic Society of America*, Nueva York, 15.

(17) Vernet, J.: opus cit. pág. 235.

(18) Vernet, J.: opus cit., p. 237.

tas, retiran las manos súbitamente y la aguja por sus dos puntos se orienta en dirección Sur a Norte» (19).

Al-Qabÿaqî cuenta que en un viaje que hizo por el Mediterráneo oriental, en el año 1242, pudo observar cómo los marineros se orientaban con la ayuda de la aguja magnética. Estos marinos del Mediterráneo tenían La Meca como su magnético, de aquí que para ellos la aguja que indicaba el S se llamara Alquibla o Ŷanüb, a diferencia de aquellos que navegaban por el Indico, los cuales daban al mismo polo el nombre de Suhayl, nombre de la estrella Alfa del Navío. Con ello querían indicar que marchaban hacia el S, buscando en el cénit a Canope, nombre con que hoy la conocemos (20).

A principios del siglo XIII ya estaba muy generalizado también el uso de las calamitas entre los navegantes mallorquines, catalanes, genoveses y venecianos. El modelo más antiguo estaba constituido por una fina barra de hierro imantada, con la extremidad N aguda, que se introducía en un canuto (flotador), del cual sobresalía algo (21).

En la segunda mitad del siglo XIII, la aguja magnética se montó sobre un pivote de metal que le permitía girar libremente, tal y como lo describe Pedro el Peregrino de Maricourt en el año 1269: el recipiente redondo, de vidrio o cristal, tenía una tapa, sobre la que una alidada permitía medir ángulos azimutales (22).

En la obra de Ramón Llull se detecta ya la dualidad entre «agujas en seco» montadas sobre un pivote vertical y agujas de flotador («de líquido»).

En las «Partidas del Rey Sabio» se habla de la aguja imantada como de algo bien conocido: «así como los marineros se guían por la aguja que le es medianera entre la estrella y la piedra, et les muestran por do vayan también en los malos tiempos como en los buenos...».

Tras estas breves consideraciones sobre la evolución de la aguja imantada, se pone en evidencia que fueron tres los principales sistemas utilizados para observar el movimiento de la citada aguja:

- A) De flotador, todavía vigente.
- B) De pivote o «estilo», tan conocida como la anterior.

(19) Martínez-Hidalgo...: opus cit., p. 34.

(20) Vernet, J...: opus cit., p. 239.

(21) Martínez-Hidalgo...: Opus cit., p. 32.

(22) Martínez-Hidalgo...: opus cit. p. 36.

- C) De suspensión por hilos, posible precedente de los instrumentos de medición topográfica (teodolito).

Quizá el tercero de ellos fue el menos conocido para la determinación de ángulos horizontales, por su mayor aptitud y comodidad para la medición de ángulos verticales, así como para el cálculo de distancias.

En general, se suele considerar que desde el comienzo de la aplicación de las propiedades de la aguja magnética, ésta se utilizó para usos náuticos. Sin embargo, no debemos excluir la posibilidad de que simultáneamente fuera utilizada con fines de orientación tierra adentro y, por ello, sea interesante estudiar el hecho en el Mediterráneo, «un mar entre tierra», donde en perfecta armonía se compaginan las actividades marítimas y las terrestres. Cabría también la posibilidad de que la aguja magnética llegase a Occidente como instrumento astronómico para determinar el meridiano.

En la Edad Media española y más concretamente murciana, podríamos encontrar, por otra parte, sincronizados en el tiempo y localizados en el espacio, los posibles orígenes antes aludidos del conocimiento de las propiedades de la aguja magnética: Las innovaciones técnicas orientales pudieron ser conocidas a través de los musulmanes, tan agrimensores (23) como nautas y amantes de la astronomía. Pero también los navegantes nórdicos, de forma inesperada y como si fuesen impulsados por la utilización reciente de algún procedimiento de orientación, penetran en el Mediterráneo y consiguen alarmar a los habitantes de la Región.

En otro orden de evolución tecnológica sabemos que los navegantes del siglo XVI resolvían ya el problema de la latitud con bastante aproximación, gracias al astrolabio, el cuadrante y la ballestilla; sin embargo, no habían conseguido todavía hallar un procedimiento para determinar la longitud (24).

También la inclinación magnética o ángulo de la aguja con el horizonte fue descubierta por Roberto Norman en 1576. Con este descubrimiento nació pronto el deseo de determinar la longitud (25) y también la latitud por la inclinación, como estaba pretendiéndose hacer por la declinación (26).

Los diversos monarcas europeos fomentaron personalmente estas investigacio-

(23) La agrimensura empírica parece que ya fue conocida por los asirios, persas, egipcios y culturas precolombinas. Parece que disponían de sencillos instrumentos como los que se han encontrado en las excavaciones de Pompeya, en forma de escuadras, reglas y cordeles.

(24) Martínez-Hidalgo...: Opus cit., p. 74-75.

(25) El problema de la longitud, como ya lo había planteado Fernando Colón en el año 1524, era en realidad un problema de cronometría.

(26) Martínez-Hidalgo...: opus cit., págs. 84-86.

nes, y así en 1525 el boticario sevillano Felipe Guillén presentó al rey don Juan III de Portugal un instrumento compuesto de cuadrante solar y aguja imantada, precursor de la aguja de variación, que Alonso de Santa Cruz describe así: «Es una tabla redonda, llana, de un xeme (27) de diámetro, echadas por ella cuatro líneas en cruz, y puesto en medio un perpendicular de metal y graduada la tabla a la redonda en 360 grados, correspondiendo los 180 grados a la línea meridiana, sobre la que está puesta una aguja como de reloj de sol, y unidos a la tabla tres hilos iguales a manera de balanza, para mantenerla igual a la superficie de la tierra», anticipándose en varios años a Francisco Falero, autor de otro instrumento constituido por un disco horizontal graduado, en medio del cual se emplazaba una aguja imantada, para medir la declinación en el momento del paso del sol por el meridiano (28).

Es posible que, de acuerdo con los esquemas de la figura 3, los musulmanes murcianos de los siglos XII y/o XIII, contasen ya con instrumentos parecidos a los inventados por Felipe Guillén y Francisco Falero en el siglo XVI, acaso más perfectos y de mayor variedad de aplicaciones.

Todo ello nos induce a pensar, una vez más, que Ciencia y Tecnología pueden y deben haber precedido en la mayoría de las ocasiones al conocimiento de nuevos espacios terrestres.

La Historia de los Descubrimientos Geográficos parece estar jalonada por demasiados acontecimientos casuales (29), pudiendo constituir este discernimiento una contribución a la Ciencia Geográfica, en el sentido integral que abarca: Astronomía, Geodesia, Topografía, Metrología, Cartografía, Agrimensura y Catastro.

(27) Distancia que hay desde la extremidad del dedo pulgar a la del dedo índice, separado el uno del otro todo lo posible (18 centímetros).

(28) Martínez-Hidalgo...: Opus cit., p. 78.

(29) En este sentido se ha pronunciado repetidas veces el ilustre científico murciano López Piñero. Aprovechamos la ocasión para testimoniarle nuestro más sincero agradecimiento por la ayuda recibida.

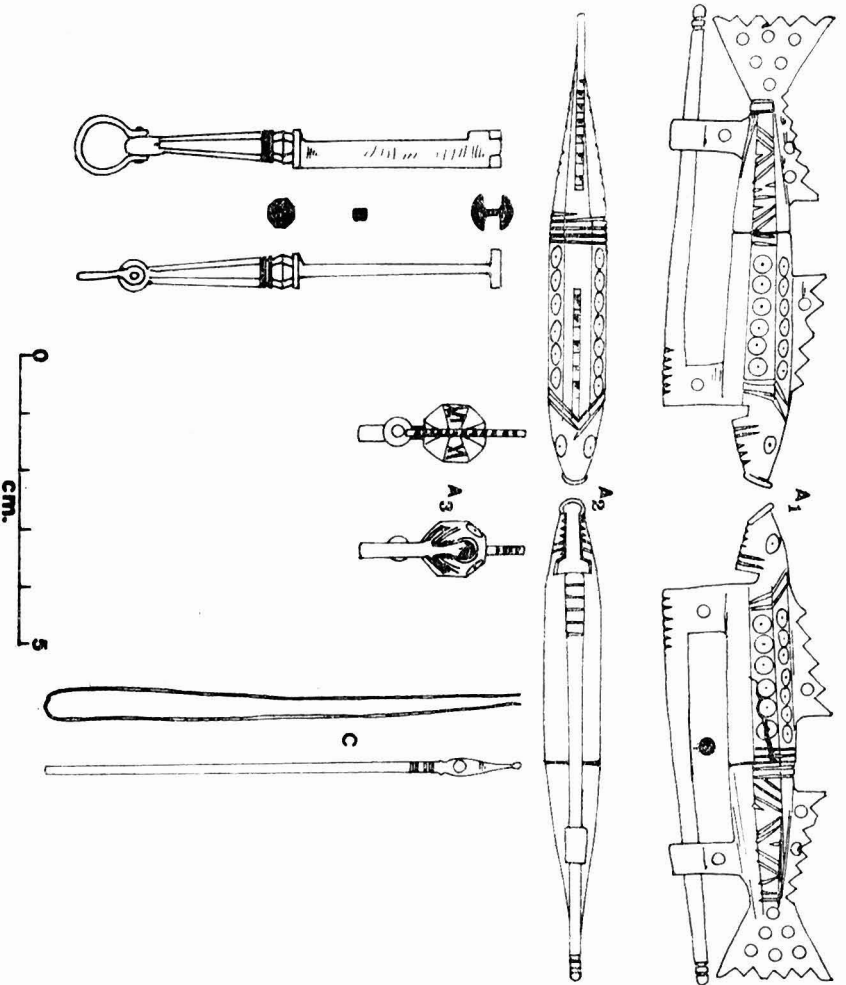


Fig. 1.—A₁ Vistas laterales de la cápsula en forma de pez.
 A₂ Vistas axiales dorsal y ventral.
 A₃ Vistas axiales caudal y frontal.
 B Vista lateral y frontal de la barrita que encaja en la pieza A, con sus secciones.
 C Vista lateral y frontal de la laminilla en aguja.

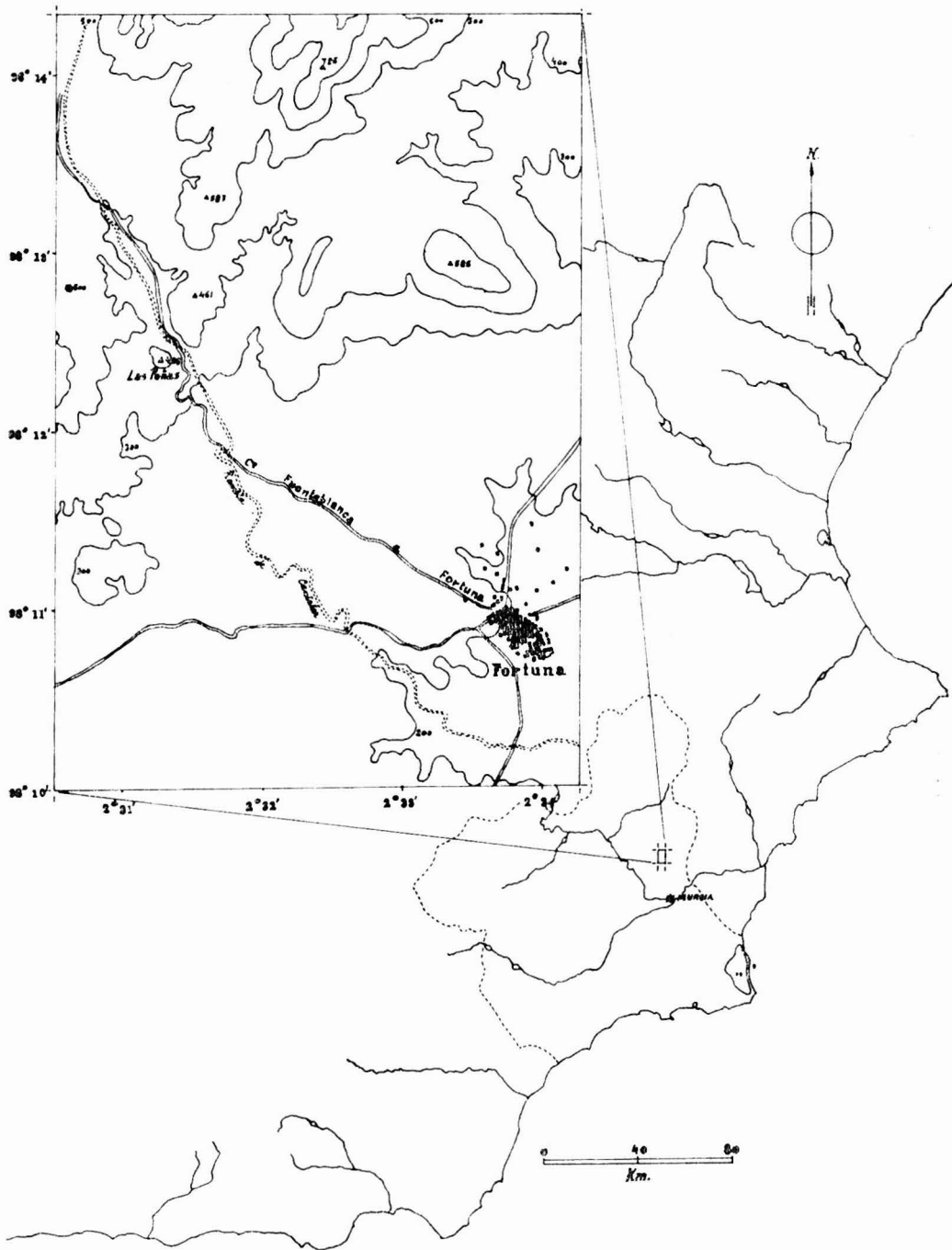


Fig. 2.—Croquis topográfico que incluye el sector del Castillico de las Peñas.

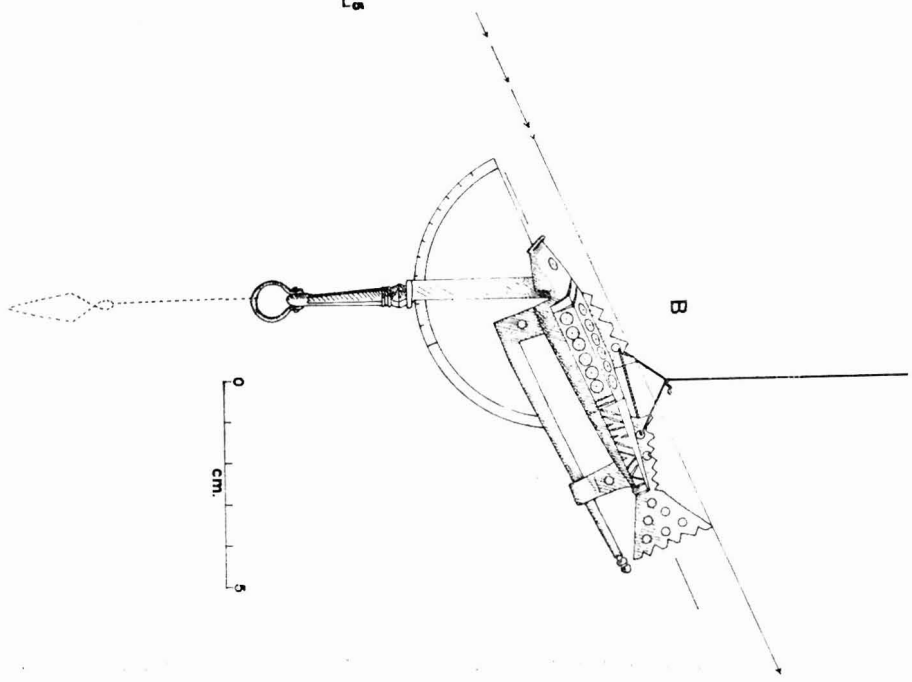
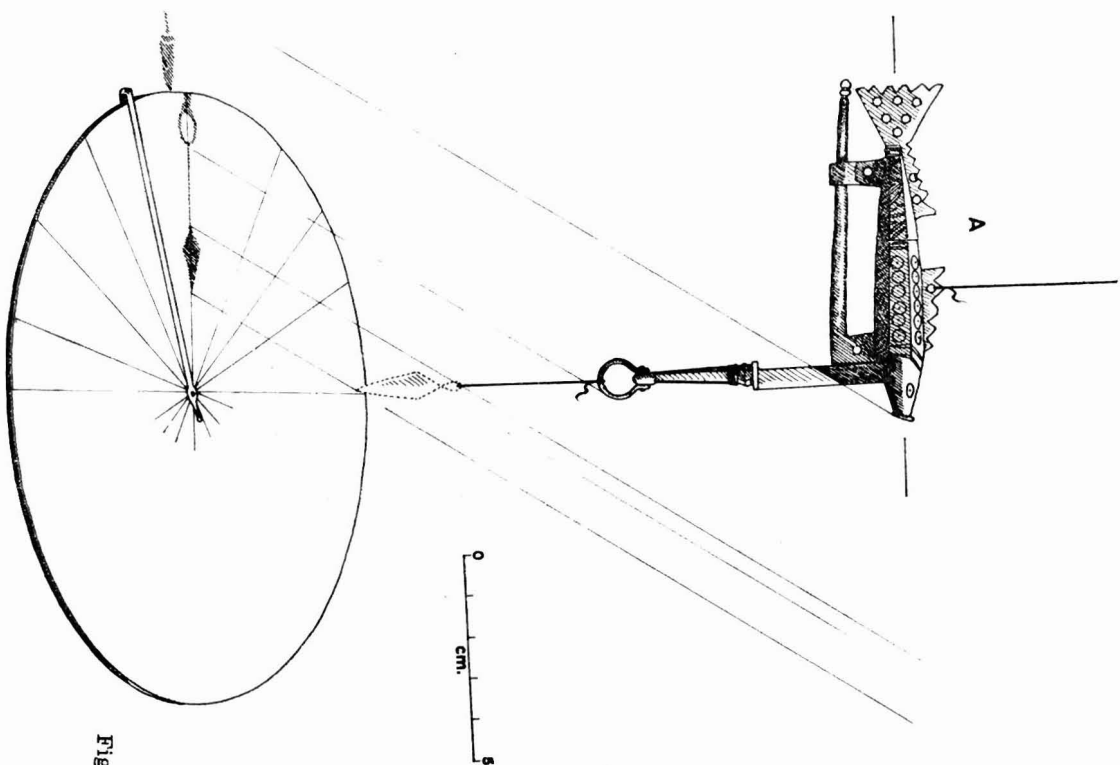
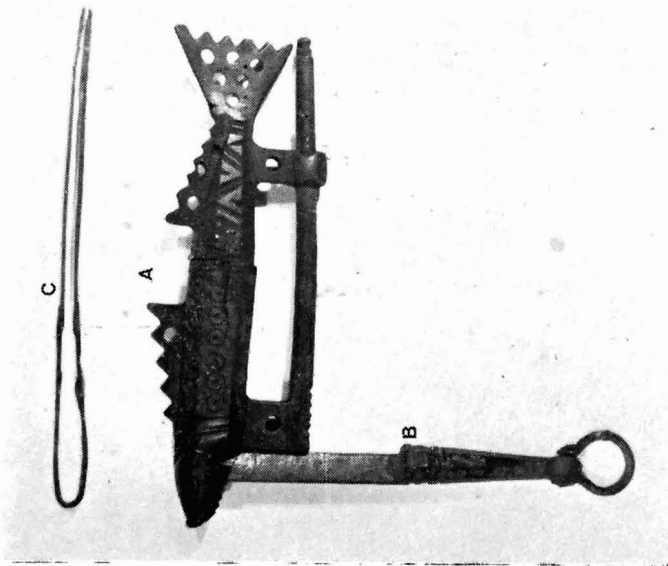
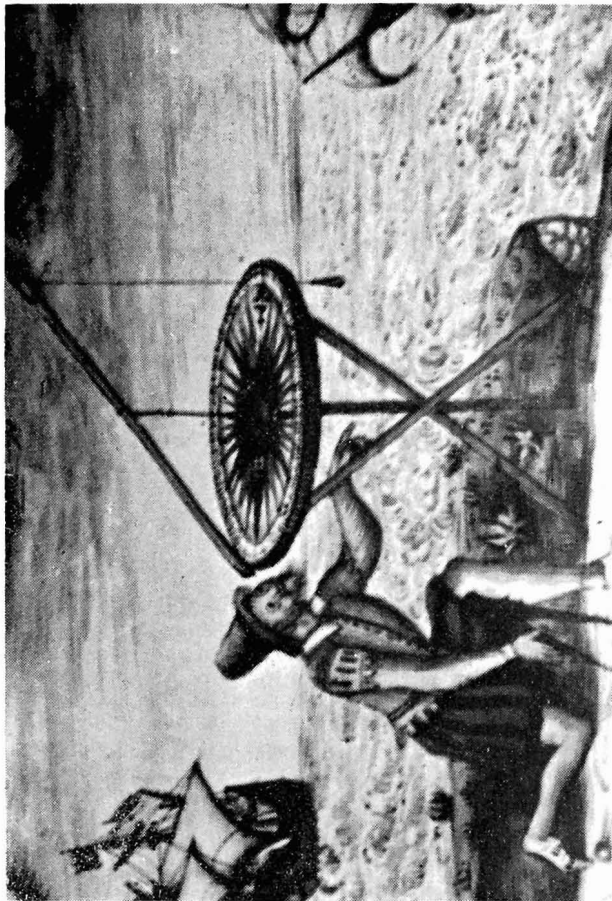


Fig. 3.—A Determinación de ángulos horizontales.
 B Determinación de ángulos verticales.

LAMINA I



A.—Instrumento encontrado en el Castillico de las Peñaes.



B.—En esta ilustración de la "Cosmografía de Jacques de Vault", publicada en 1583, y en la que se indica el modo de utilizar el sextante, se observan ciertas analogías con los dibujos de la fig. 3.