





LIBRO DE  
INSTRUMENTOS  
NUEVOS DE GEOMETRIA  
muy necessarios para medir distancias, y  
alturas, sin que interuengan numeros,  
como se demuestra en la  
práctica.

*DE MAS DESTO SE PONEN  
otros tratados, como es vno, de conduzir aguas, y otro vna  
question de artilleria, en donde se ponen algunas  
demostraciones curiosas.*

POR ANDRES DE CESPEDES,  
Cosmographo mayor del Rey  
nuestro Señor

DIRIGIDO AL SERENISSIMO  
*Señor Archiduque Alberto, Conde de Flandes,  
Duque de Brabante, &c.*



CON PRIVILEGIO.

---

*En Madrid, Por Iuan de la Cuesta.*

Año. M. DC VI.

LIBRO DE

INSTRVMENTOS

NAVVOS DE GEOMETRIA

muy necessarios para medir distancias y

alturas, sin que interuengan numeros,

como se demuestra en la

practica.

DE MAS DESTO SE PONEN

errores tratados, como es uno de conducir aguas, y otro para

question de arilleria, en donde se ponen algunas

demostraciones curiozas.

POR ANDRES DE CESPEDES,

Colmogrophi mayor del Rey

nuestro Señor

DIRICIDO AL SEÑOR DON

Señor Archiduque, Albaro, Conde de Flandes,

Duque de Brabant, &c.



CON PRIVILEGIO

En Madrid, Por Juan de la Cuesta.

Año. M. DC. VI.

# MEMORIA DE LOS LIBROS

que tengo escritos en lengua Castellana:

- 1 Teorica, y fabrica del Astrolabio, y los vsos del.
- 2 Vn comento sobre la Esfera de sacro Bosco.
- 3 Vn comento sobre las Teoricas de Purbachio.
- 4 Vnos Equatorios, o Teoricas, por los quales sin tablas se puedē saber los lugares de los Planetas en longitud, y latitud: tambien se ponen instrumentos con que saber los eclipses.
- 5 Vnas Teoricas que contienen tres partes: en la primera, las Teoricas segun la doctrina de Copernico: en la segunda, se declarā, segun nuestras obseruaciones la causa porq̄ van errados los mouimientos del Sol, y Luna, assi en Copernico, como en el Rey don Alonso: en la tercera, se dize de las estaciones de los Planetas, con vn tratado de Paralaxis.
- 6 Vna perspetiua teorica, y practica.
- 7 Vn regimiento de nauegacion.
- 8 Vna hydrografia general.
- 9 Vn libro de mechanicas, donde se pone la razon de todas las machinas, en la segunda parte se ponen treynta machinas para exercicio, y algunas son de importancia.
- 10 Vn libro de Reloxes de Sol, que los enseña a fabricar en qualquiera superficie que sea, y descrenir en ellos todos los circulos que quisieren imaginar en el primero mobil, y esto por diferentes caminos.
- 11 Vn islario general donde se pone la descripcion de todas las islas q̄ aora se saben, con la historia, y cosas notables dellas.

Otros muchos tratados tengo escritos en varias materias, principalmente de fabricas de instrumentos matematicos, assi de los que yo tengo inuentado como de otros, y todos los tengo labrados por mi mano, desde fundir el metal, hasta ponerlos en su perfeccion.

## T A S S A.

**Y**O Francisco Martinez escriuano de Camara de su Magestad, y vno de los que en su Consejo residen, do y fee, que por los señores del dicho Consejo fue tassado vn libro intitulado, *De instrumentos nuevos de Geometria*, compuesto por el Licenciado Andres Garcia de Cespedes, Cosmographo Mayor de su Magestad, à cinco marauedis cada pliego, y que al dicho precio, y no mas se venda el dicho libro: y que esta fee de tassa se ponga en la primera hoja de cada libro, para que se sepa el precio del, y que no se venda sin estar puesta en el principio de la primera hoja de cada volumé, como dicho es, so pena que el que lo imprimiere, y vendiere sin la poner, cayga, è incurra en las penas contenidas en las leyes, y prematicas de estos Reynos que sobre la impresion de los dichos libros disponen. Y para que dello conste de pedimiento del dicho Licenciado Andres Garcia de Cespedes, y de mandamiento de los dichos señores del Consejo di esta fee en Valladolid, a diez dias del mes de Hebrero, de mil y seyscientos y seys años.

*Francisco Martinez.*

---

### *Testimonio del Corrector.*

**V**I este libro intitulado, *De instrumentos nuevos de Geometria*, y en el no ay cosa alguna que notar que no corresponda con su original. Dada en Madrid en 3. dias del mes de Enero, de 1606.

*El Licenciado Francisco  
Murcia de la Llana.*

AL SERENISSIMO  
señor Archiduque Alberto  
Conde de Flandes.



*A R E C E R A* Atreui-  
miento presentar a V. A. este  
pequeño trabajo, pero no lo sera  
conocida mi voluntad y desseo de  
deservir a V. A. Hame pareci-  
do, que aunque avia otras obras  
de mas importancia que ofrecer  
a V. A. que por aora esta era  
mas a proposito entre las que al presente tenia, assi por es-  
tar V. A. tan ocupado en las cosas de la guerra, y que el  
tiempo no dara lugar a la leccion de los libros, como por la  
descomodidad que tengo, por estar ocupado en la impression  
de vn Regimiento de nauegacion que su Magestad me man-  
dò hazer. En este tratado se ponen dos instrumentos que  
hize en Lisboa para V. A. con el uso, y su demostracion,  
q̄ para entre soldados pueden ser de provecho, pues el obrar  
con ellos se haze con tanta facilidad. V. A. reciba mi buen  
desseo, que si la obra igualara con el, yo quedara satisfecho  
de aver cumplido con el reconocimiento que deuo, como cria-  
do de V. A. a quien Dios guarde muchos años. De Ma-  
drid, Enero catorze, mil y seiscientos y seis.

Andres Garcia  
de Cespedes.

O M **Muy poderoso señor.** J A

**P**Or mandado de V. Alteza he visto este libro intitulado, *Instrumentos nuevos de Geometria*, compuesto por el Licenciado Andres Garcia de Cespedes, y me parece que assi por no tener cosa que ofenda, como por ser tan docto, y curioso, se le puede dar la licencia, y priuilegio que el Autor suplica, para que acompañe a los demas libros desta profesion que ha compuesto como obras de persona tan insigne, de quien es razon se gozen tan ingeniosos trabajos. En Valladolid, a nueue de Otubre, de. 1604:

*El secretario Tomas Gracian  
Dantisco.*

---

### Suma del priuilegio.

**T**lene priuilegio de su Magestad Andres Garcia de Cespedes, Cosmographo mayor de su Magestad por diez años para poder imprimir este libro intitulado, *Instrumentos nuevos de Geometria*. Su data en la Ventosilla en. 20. de Otubre de mil y seyscientos y quatro años. Passò ante Iuan de Amezqueta.



# A L L E C T O R.



Stando en Portugal en seruicio del serenissimo Archiduque Alberto, como le hiziesse algunos instrumētos matematicos, me mādô q̄ le hiziesse vn instrumento con q̄ se pudiesse medir qualquiera altura, y distācia, sin q̄ fuesse necessario de interuenir numeros, imaginādo algunos q̄ para este efeto pudierā seruir. El q̄ mas a proposito me parecio, es vn quadrado que aqui se pone, el qual tiene poca fabrica, y facilidad en el obrar, en todas las operaciones se le pone su demostracion.

Tambien le di para el mismo efeto el baculo que llaman de Iacob, que aunque la inuencion del no es mia, pero pusele la demostracion de los vsos del, que hasta aora no la he visto, y creo que por no la tener, le tenian en poco, siendo el mas acomodado instrumento de quantos se han inuēta- do, para medir altura, y anchura, con este, y con el quadra- do con cada vno dellos enseñamos a medir qualquiera altu- ra, y distancia con dos, y con la vna estacion, aunque no se pueda llegar a lo que se mide.

Tambien se puso la demostracion de la fabrica de vn ni- uel que vi en casa de Iuan de Herrera, Archicteto que fue de su Magestad, que tampoco he visto quien la ponga.

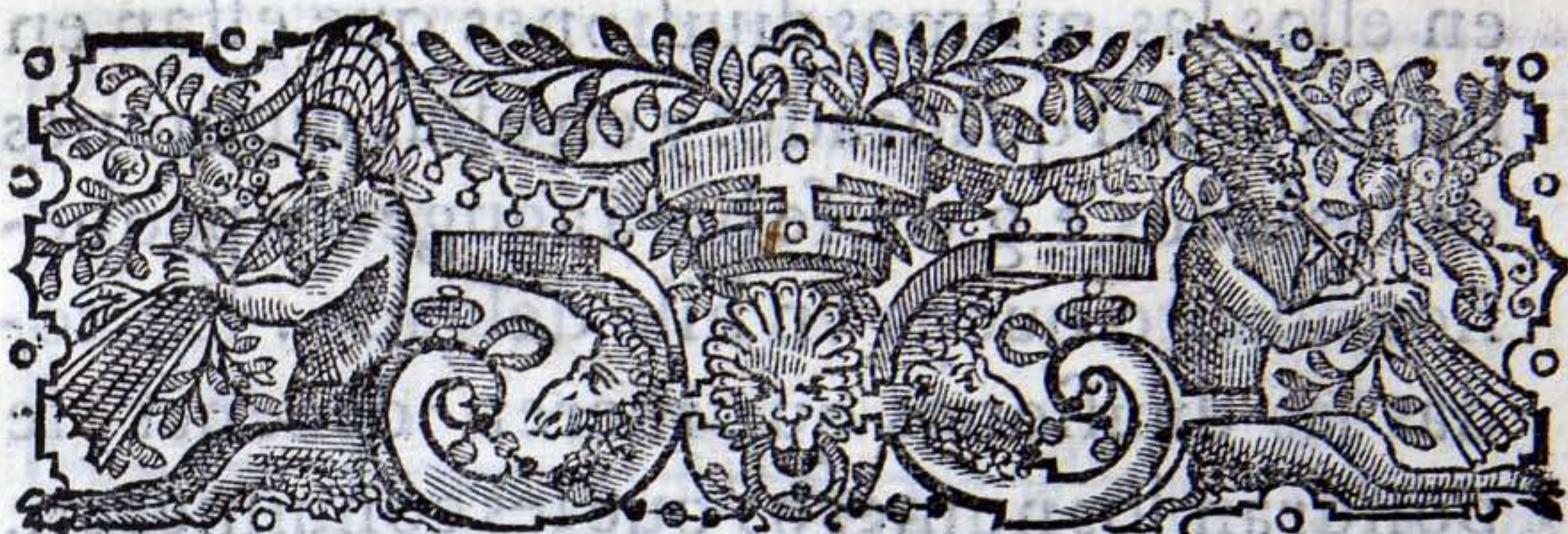
Contiene tãbien este libro vn tratado de conduzir aguas, dōde se declaran las dificultades q̄ a cerca desta materia se puedē ofrecer, y el remedio dellas, es de importancia para semejāte efeto. Tuue ocasion de escriuir este tratado hallā- dome en Burgos, vi q̄ la ciudad queria traer vna fuente que nacia en vna cuesta bien alta, para vn barrio dentro della, q̄ tãbien estaua alto, y aunq̄ no tanto como el nacimiento de la agua, y entre la vna altura, y la otra auia vn valle llano, y viēdo vn dia el edificio del encañado, dixē a vn amigo mio que se dezia Martin de la Haya, que aquellos hombres gaf- tarian su dinero, pero que no subirian la agua donde pretē- dian, y

## AL LECTOR.

dian, y tenian obligacion entonces los oficiales se rieron de mi, aunque despues lloraron, porque gastaron sus hazien- das, y no pudieron fabricar la agua donde estauan obligados, por mas pruevas que hizieron, y assi les acontece a los que no quieren tomar consejo.

Tambien estando en Lisboa, fuy vn dia a visitar al Ca- pitán Alonso de Cespedes, Teniente de General de la arti- lleria del Reyno de Portugal, y topele con vnos Artilleros que estauan disputando, en que eleuacion tiraua mas vna pieza de artilleria, y como solamente la question se resoluia en lo que cada vno hallaua por experiencia, por la mayor parte dellos quedò assentado, que en quarenta y cinco gra- dos de eleuacion alcançaua mas que en otra ninguna. El Ca- pitán Cespedes que sabia que yo tenia alguna noticia desto, por auerme hallado en el castillo de Burgos en tiempo que alli auia fundicion, y mucho exercicio en la pratica, me pi- dio que le diese por escrito la razon de lo que alli se trata- ua con el examen del calibo, lo qual le di con algunas ad- uertencias acerca desta materia. Hallandome cō los borra- dores destes tratados, me parecia que haria algun seruicio a la republica si los imprimiesse, pues la costa era poca, y el prouecho que de aqui podria redundar seria mucho: y re- cibasse mi buen desseo, que si me bastassen las fuerças co- mo tengo la voluntad de seruir a mi patria, otras cosas de mayor importancia, assi en esta materia, como en otras pō- driamos en la estampa.

**CAPIT.**



*CAPITULO PRIMERO, EN  
que se enseña la fabrica de vn Quadrante  
Geometrico, con el qual se puede medir qual-  
quiera distancia, altura, y profundidad,  
sin que sea necessario de que in-  
teruegan numeros.*

**T**OMESE Vna tabla quadrada  
de madera, o de laton, a b c d, y  
en ella se tome, g a, que sea la ter-  
cia parte del lado, a d: y tirese la li-  
nea, g e f, equidistãte de, a b: tomese, e g, igual  
de, g a, y sobre el punto, e, se haga el quadra-  
do, e H K n: diuidase cada lado deste quadra-  
do en 100. partes yguales, y las diuisiones  
opuestas se juntẽ cõ lineas, y las q̄ fuerẽ die-  
zes se señalẽ con pũtillos. Los lados, H e, f e,  
se estiendan hasta los puntos, g, r, poniendo

A en

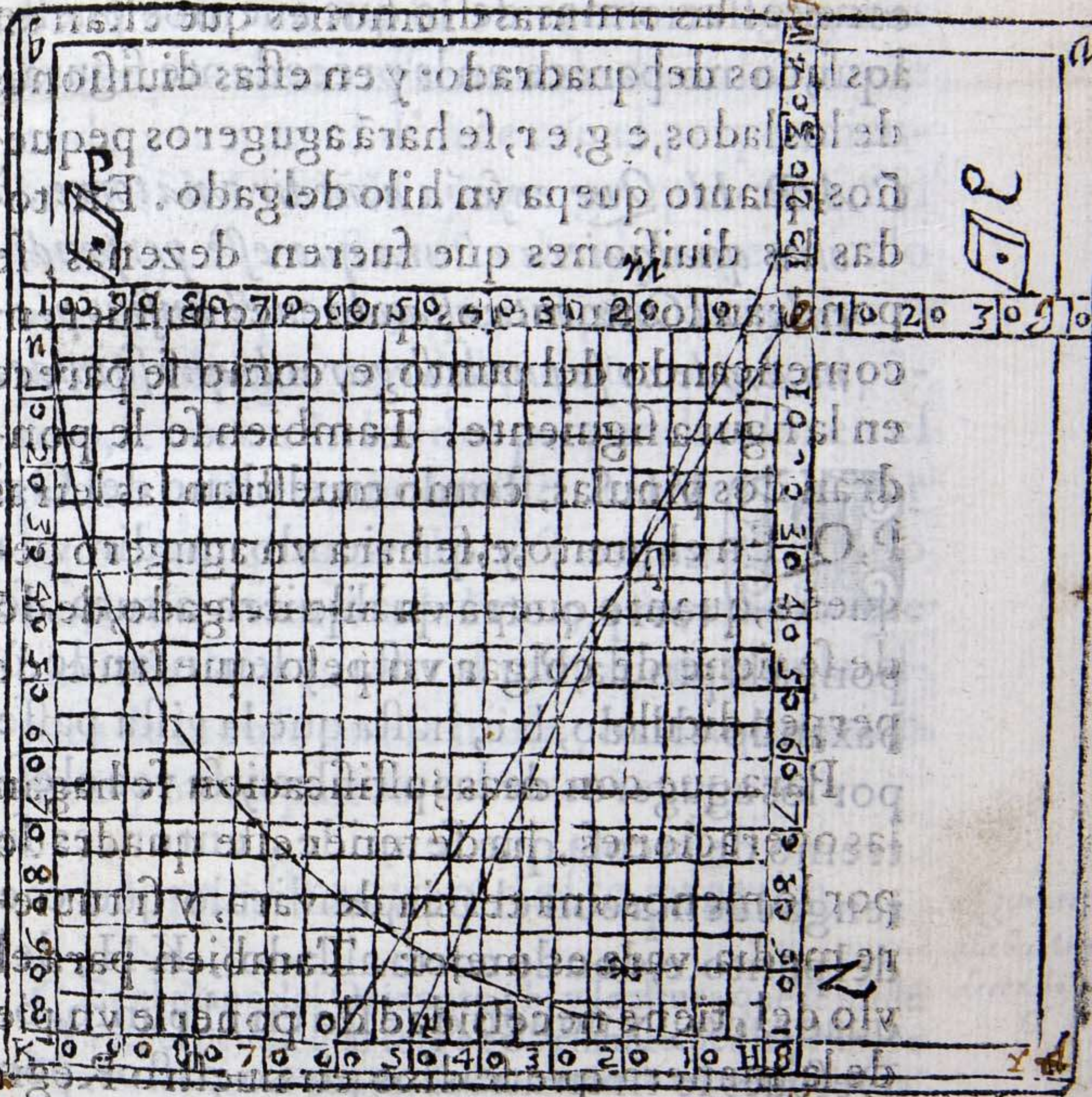
## Instrumentos de

en ellos las mismas diuisiones que estan en los lados del quadrado: y en estas diuisiones de los lados, e g, e r, se harã agugeros pequeños, quanto quepa vn hilo delgado. En todas las diuisiones que fueren dezenas, se pondran los numeros que les conuinieren, començando del punto, e, como se parece en la figura siguiente. Tambien se le pondran dos pinulas, como muestran las letras P, Q. En el punto, e, se hara vn agugero pequeño, quanto quepa vn hilo delgado, de dõ de se tiene de colgar vn peso que sirue de perpendiculo.

Para que con mas justificacion se hagan las operaciones, ha de tener este quadrado por lo menos vna tercia de vara, y si tuuiera media vara es mejor. Tambien para el vso del, tiene necesidad de ponerle vn pie de la manera que se dixo en nuestro Regimiento de nauegacion, porque en la mano no puede estar seguro.

Tambien sobre el centro, e, se puede hazer el quadrante de circulo, n H, que puede seruir para muchas operaciones.

Por



Por el riuerso deste Quadrado se pue  
 de hazer vn Quadrante para tomar la altu  
 ra del Sol, y estrellas, de la manera que en  
 señamos en nuestro Regimiento. Para en  
 quanto a medir, como auemos dicho, no

## Instrumentos de

es necesario mas de lo que auemos puesto aqui, como parece en la precedente figura.

*C A P. II. Que enseña a medir vna torre, ò otra qualquiera altura que esté perpendicular al Orizonte, estando en el mismo plano, donde no se puede llegar a lo que se mide.*

**P**UES Estando en el plano del Orizonte, y queriendo medir vna torre, o otra qualquiera altura, se ponga la pinula, P, a la vista, y leuantando, ò baxando el lado, b c, hasta que la vista passe por los agujeros de las pinulas, y se vea el extremo de la cosa que se mide, entonces se tengacuenta con el perpendicularo que cae del punto, e, donde corta al lado, K H, del quadrado; y pongo que sea en el punto, o. Despues se tiren atras los pies, o passos, por linea recta, que pareciere ser en proporció, assi de la distancia que ay a lo que se mide, como de la altura: y pongo que la retirada fon 10. passos, pues passaré el perpendicularo al agujero 10. en el lado, e r, y en esta següda estacion

estacion se tornará a ver por los agujeros de las pinulas el extremo de la cosa que se mide, y se notará donde cae el perpendicular en el lado, KH, y pongo que cae en el punto, p. Pues estendiendo el perpendicular que cae del punto, e, por el punto, o, y el perpendicular que cae del punto, no por el punto, p, se cortarán los dos perpendiculos en el punto, q. Pues caminando del punto, q, por la paralela que por alli passare, hasta el lado e n, como muestra la linea, q m, que lo que huviere del punto, e, al punto, m, sera la altura de la cosa que se mide, que aqui serian diez y ocho passos.

**Demostracion desta pratica.**

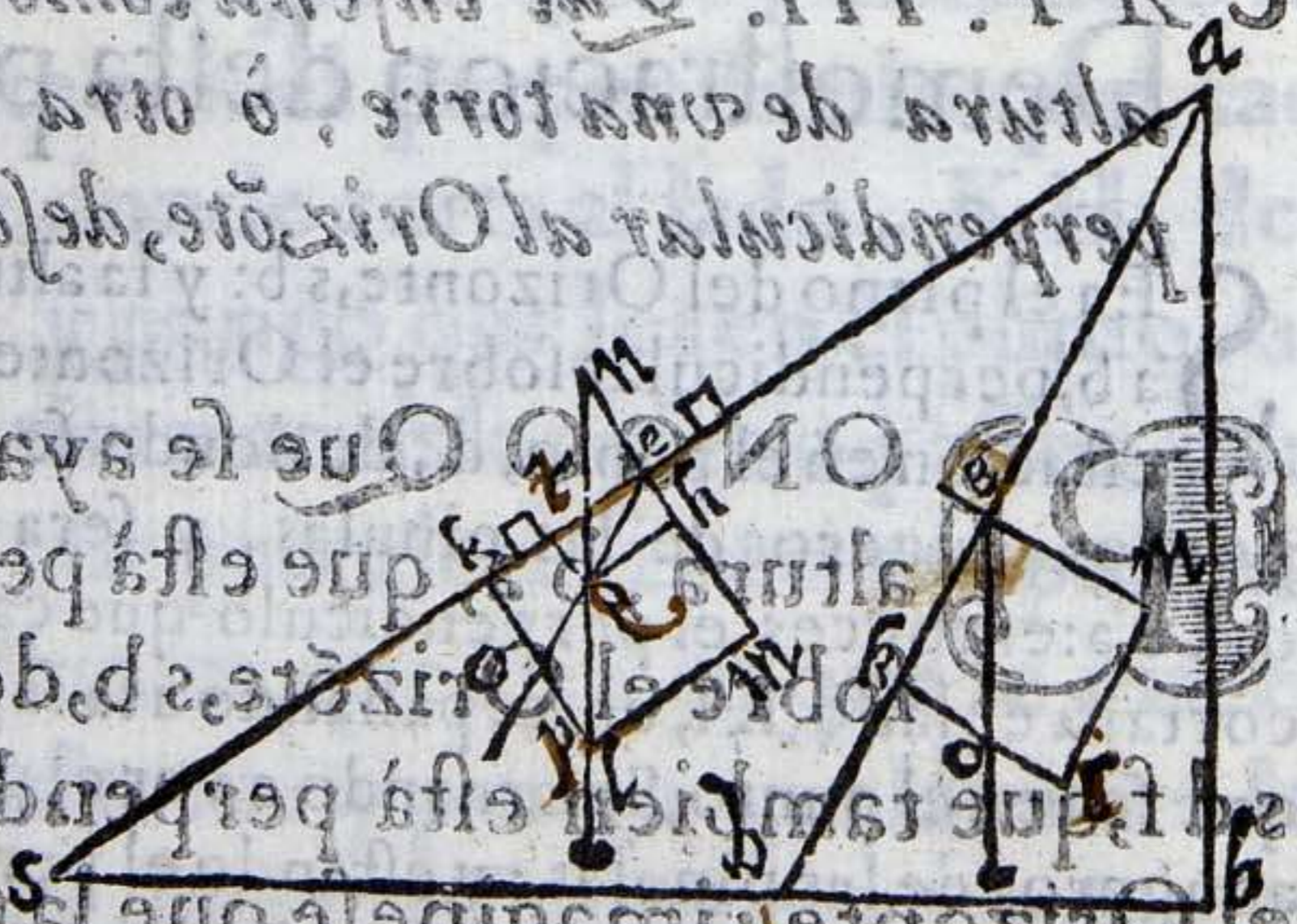
Sea el plano del Horizonte, s b: y la altura que se mide a b, perpendicular sobre el Horizonte. Sea la primera estacion en el punto, d, de donde se vea el punto, a, por los agujeros de las pinulas, y sera el rayo visual, d K e a: entonces el perpendicular que cae del punto, e, cortará el lado, K l, en, o, passando a la segunda estacion, que sea en el punto, s, tornando a ver el punto, a, por los agujeros de las pinulas: y estando el perpendicular en el punto, n, tantos puntos apartado del punto, e, quantos passos ay entre las dos estaciones, d s, cortará el perpen-

*La figura esta  
ala vuelta  
de esta hoja*

# Instrumentos de

diculo al lado,  $K I$ , en  $p$ , y cortará al perpendículo,  $e o$ , en  $q$ . Tirese,  $q h$ , perpendicular sobre,  $e m$ , y el rayo visual es,  $s K e a$ . Pues digo, que la altura,  $b a$ , es tantos pasos quantas partes es,  $h q$ . En la primera estacion, el angulo  $K e o$ , es ygual al angulo,  $d a b$ , por la 29. del primero de Euclides: luego el angulo,  $o e m$ , es ygual al angulo,  $a d b$ , por la 32. del primero de Euclides: por lo qual el triangulo,  $e q h$ , es equiangulo al triangulo,  $a d b$ .

En la segunda estacion, el angulo,  $s a b$ , es ygual al angulo,  $n r e$ , por la 29. del primero de Euclid, y por la misma el angulo,  $n q h$ , es ygual del angulo,  $n r e$ : luego el angulo,  $r n e$ , es ygual del angulo,  $a s b$ , por la 32. del primero de Euclides: por lo qual el triangulo,  $q n h$  es equiangulo del triangulo,  $a s b$ : y por la quarta del sexto de Euclides, los lados seran proporcionales, que como se ha el lado,  $q h$ , con el lado,  $h n$ , assi se ha el lado,  $a b$ , con  $b s$ : y como se ha el lado,  $q h$ , con,  $h e$ , assi se ha,  $a b$ , cō,  $b d$ : alternadamente, como se ha,  $q h$ , antecedente al antecedente,  $a b$ , assi se ha el conseqüente,  $h n$ , al conseqüente  $b s$ : y como se ha,  $q h$ , con,  $a b$ , assi,  $h e$ , cō,  $b d$ . Luego la proporcio de,  $h n$ , con,  $b s$ , es la misma que,  $h e$ , con,  $b d$ , por la 11. del quinto de Euclides: pues la vna y la otra proporcio, es como  $q h$ , con,  $a b$ . Y por la 19. del quinto de Euclides, anien-





do se el todo,  $nh$ , como el todo,  $sb$ , como la parte,  $eh$ , con la parte,  $db$ : el restante,  $ne$ , se aura con el restante,  $sd$ , como,  $nh$ , con,  $sb$ . Estaua prouado, que,  $nh$ , con,  $sb$ , se auia como,  $qh$ , con,  $ba$ : luego,  $ne$ , con,  $sd$ , se ha como,  $qh$ , con,  $ba$ : y quantos puntos ay en,  $nc$ , tantos passos se tomaron en,  $sd$ : luego quantos puntos huuiere en,  $qh$ , tantos passos aura en,  $ba$ , que es la altura de lo que se mide: y el lado,  $qh$ , es ygual del lado,  $et$ , por estar entre las paralelas  $he$ ,  $qt$ . Pues queda demostrado, que si del punto donde se cortan los perpendiculos, se tirare vna perpendicular sobre el lado,  $ek$ , que los puntos que huuiere del punto  $e$ , hasta donde cae la perpendicular, muestran los pies, o passos que tiene de altura lo que se mide, segun fuere la medida que se tomo entre las dos estaciones: y los puntos que ay entre,  $nh$ , es la distancia que ay entre la segunda estacion, y el punto,  $b$ , segun la misma cuenta de pies, o passos. De manera, que por este instrumento se miden juntamente la distancia, y altura.

*C. A. P. III. Que enseña como se medira la altura de vna torre, ò otra cosa que este perpendicular al Orizõte, desde otra torre.*

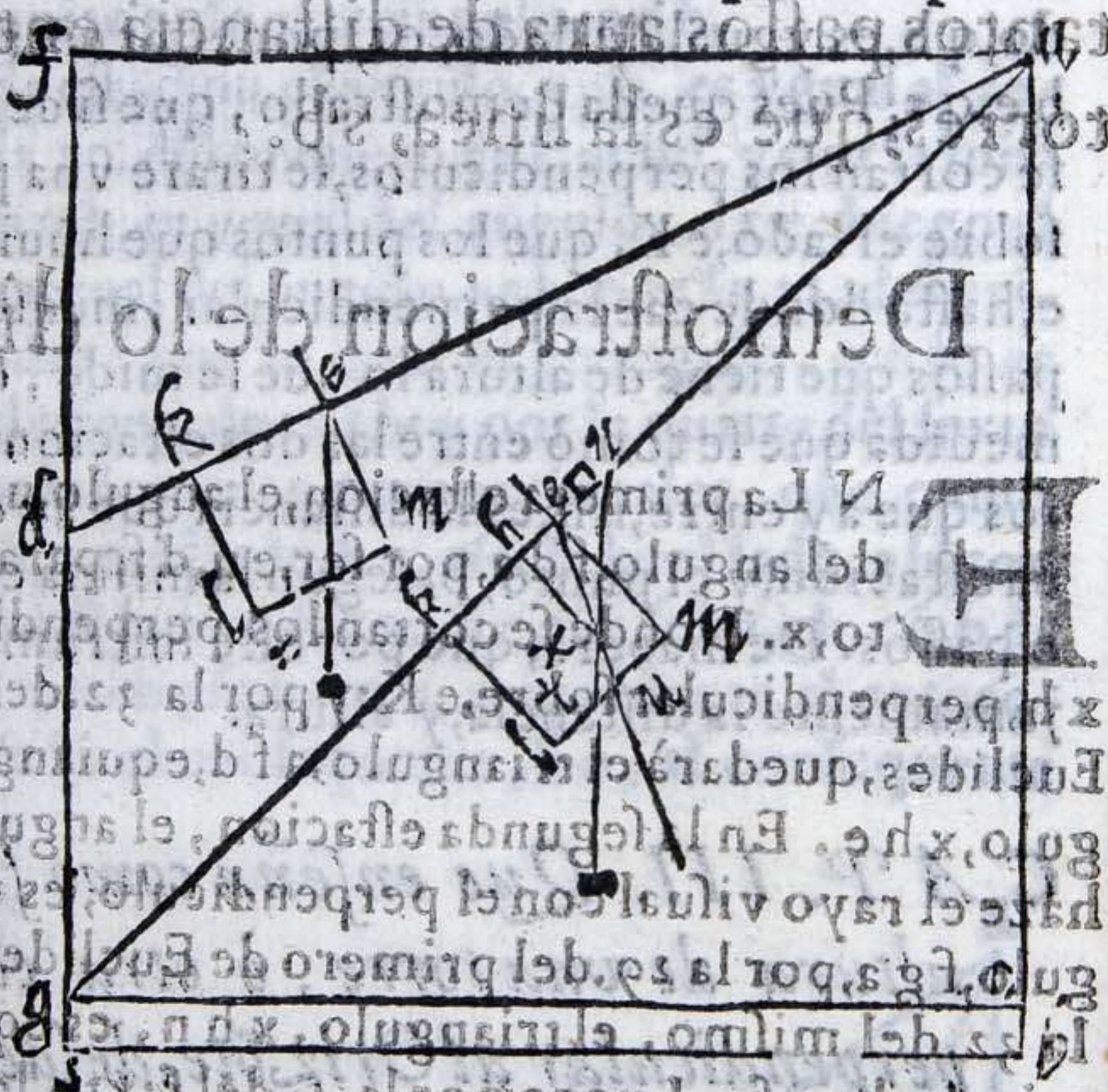
**P**ONGO Que se aya de medir la altura,  $ba$ , que esta perpendicular sobre el Orizõte,  $sb$ , desde la torre  $sd$ , que tambien esta perpendicular sobre el Orizõte: imagine se que la torre,  $sd$ , se va leuantando de suerte, que  $gsf$ , sea de la altura



# Instrumentos de

altura de, b a: y quedará la línea, f a, paralela del Horizonte, s b. Puesto el que mide en el punto, d, y mirando por los agujeros de las pinulas el punto, a, el perpendicular que cae del punto, e, cortará la línea, l m, por el punto, u.

Base f  
 xefe el que mide al punto, g, y torne a ver por los agujeros d las pinulas el punto, a, estando el perpendicular en el



punto, n, tantos puntos apartado del punto e, quantos passos ay entre el punto, g, y el punto, d, y cortará el perpendicular por el punto, t, al lado, l m, cruzandose los dos perpendiculos en el punto, x: del qual se tomará la línea, x h, que sea paralela de, m e, y caera en el lado, e k; y los puntos q̄ huviere del

del punto, m, al punto, h, tantos passos y del punto, g, al punto, f, que es lo mismo que la altura, b, a, menos la cantidad, g, s, que es lo que ay de la segunda estacion al Orizote. Y los puntos que huviere en la linea, h x, tantos passos aura de distancia entre las dos torres, que es la linea, s, b.

Demostracion de lo dicho.

**E**N La primera estacion, el angulo, u e K es ygual del angulo, f d a, por ser, e u, d f, paralelas del punto, x. Donde se cortan los perpendiculos se tire x h, perpendicular sobre, e K: y por la 32. del primero de Euclides, quedara el triangulo, a f d, equiangulo del triangulo, x h e. En la segunda estacion, el angulo, g n t, que haze el rayo visual con el perpendiculo, es ygual del angulo, f g a, por la 29. del primero de Euclides: luego por la 32. del mismo, el triangulo, x h n, es equiangulo del triangulo, g f a. Luego por la 4. del sexto, los lados seran proporcionales, y assi se ha, x h, con, h n, como, a f, con, f g: y como se ha, x h, con, h e, assi se ha, a f, con, f d: y alternadamente, como se ha el antecedente, x h, con el antecedente, a f, assi el conseqüente, h n, con el conseqüente, f g. Tambien como el antecedente, x h, con el antecedente, a f, assi el conseqüente, h e, con el conseqüente, f d: luego por la 11. del quinto, la proporcion que tiene h n, con, f g, es la misma, que la que tiene, h e, con, f d: porque la vna, y la otra proporcion, es como la que tiene, h x, con, f a. Pues el

19b

B

todo

# Instrumentos de

todo,  $h n$ , se ha con el todo,  $fg$ , como la parte,  $he$ , con la parte,  $fd$ : por la 19. del quinto, el restante,  $en$ , se aura con el restante,  $dg$ , como el todo,  $hn$ , con el todo,  $fg$ : y la proporcion que tiene,  $en$ , con,  $dg$ , es proporcion de ygualdad, porque tantos passos tiene,  $dg$ , como puntos,  $en$ : luego tantos passos tendra,  $fg$ , como puntos,  $hn$ , que es lo que se pretendia prouar. Y siendo hallada,  $fg$ , está conocida,  $ac$ , que es su ygual: y porque el lado,  $xh$ , es proporcional con el lado,  $af$ , quantos puntos huuiere en  $xh$ , tantos passos aura en,  $af$ , que es la distancia entre,  $gc$ . A la altura que tiene,  $ac$ , se le añadirá los passos que huuiere,  $gs$ , que es ygual de,  $cb$ , y quedará conocida la altura,  $ab$ , en la medida que se midio,  $dg$ .

*CAP. IIII. Que enseña como se medirá la distancia de algun plano, estando en alguna torre.*

**S**E A El plano que se tiene de medir,  $ab$ , y la torre,  $bs$ , de donde se quiere saber los passos que aura del punto,  $b$ , hasta el punto,  $a$ . Pongase la pinula que está mas cercana al centro del Quadrante para la vista, y passando el rayo visual por los agugeros de las pinulas, se vea el punto,  $a$ : y el perpendicular que cae del punto,  $e$ , cortará al lado,  $kl$  en,  $o$ , donde se hará vna señal. Despues se passen a la segunda estacion,

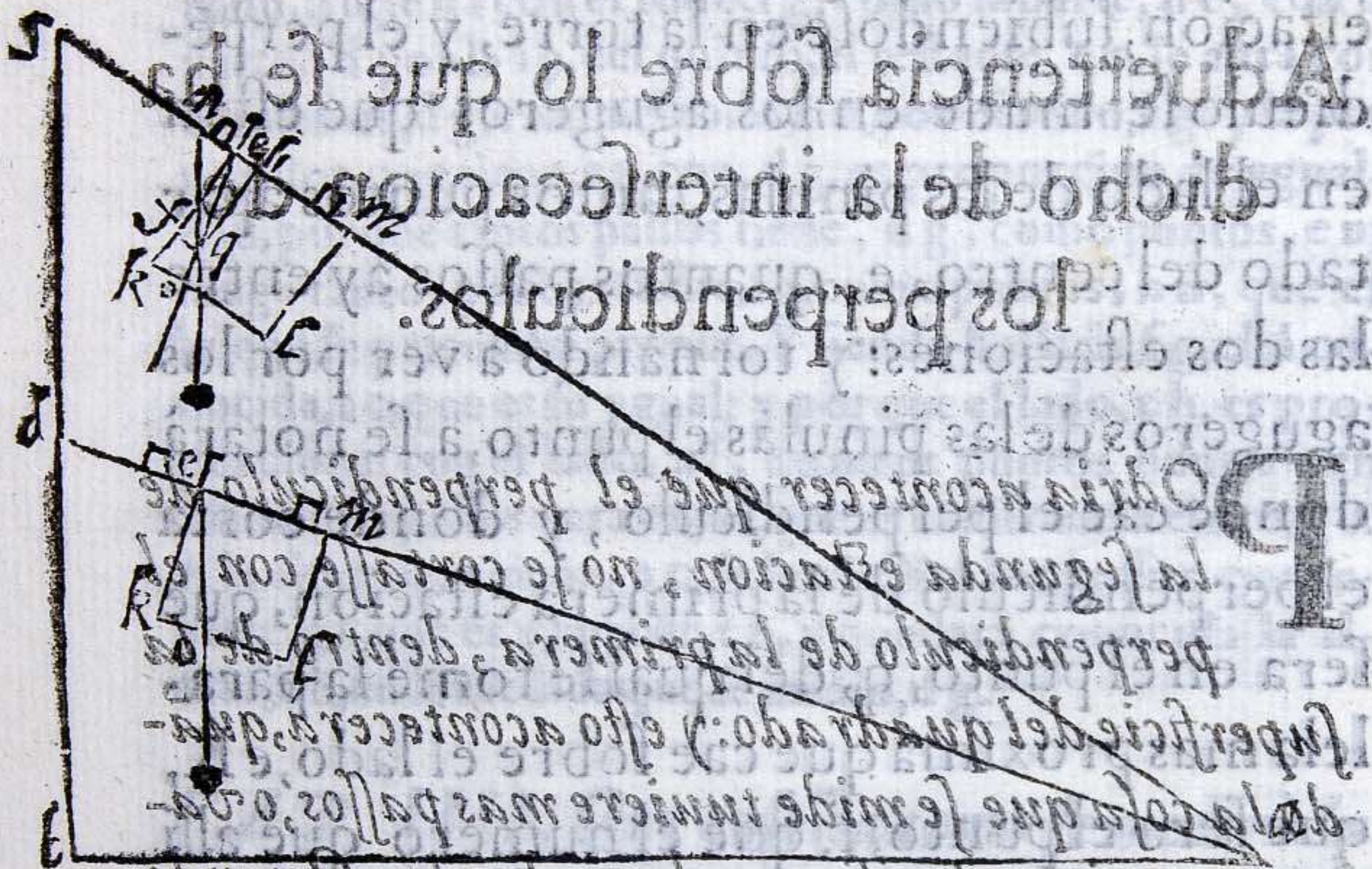
estacion, subiendose en la torre, y el perpendicular se mude en los agujeros que estan en el lado de las pinulas, tantos puntos apartado del centro, e, quantos passos ay entre las dos estaciones: y tornando a ver por los agujeros de las pinulas el punto, a, se notará donde cae el perpendicular, y donde corta el perpendicular de la primera estacion, que sera en el punto, q, del qual se tome la paralela mas proxima que cae sobre el lado, e K, que sera el punto, f, que el numero que alli estuviere mostrará los passos que ay entre, b a.

**D**emostracion de lo dicho.

**E**n la primera estacion, el angulo, b e m, que haze el perpendicular con la linea visual, d a, es y qual al angulo, b d a por ser, d b e i o, paralelas y tirada q h, perpendicular sobre, e m, el triangulo, q h e, es equiangulo al triangulo, a b d. En la segunda estacion, el perpendicular que cae del punto, o, haze el angulo, q q h y qual al angulo, b s a, por ser, s b n q, paralelas: luego el triangulo, q n h, es equiangulo del triangulo, b s a: y por la 4. del sexto, las dos seran proporcionales: y como se ha q h con h q, asi se ha q n con n q. **D**e lañ en vista tambien siendo el triangulo, e h q, equiangulo del

B a triangulo

# Instrumentos de



triangulo,  $d b a$ , la proporcion de,  $e h$ , con,  $K q$ , sera la de  
 $d b$ , con,  $a b$ : y alternadamente, la proporcion de,  $q h$ , con  
 $a b$ , sera como la de,  $h n$ , con,  $b s$ . Tambien,  $q h$ , se aura  
 con,  $a b$ , como,  $h e$ , con,  $b d$ : luego la proporcion que tie-  
 ne,  $h n$ , con,  $b s$ , es la que tiene,  $h e$ , con,  $b d$ , por la 11. del  
 quinto de Euclides, porque en ambas son como,  $q h$ ,  
 con,  $a b$ . Pues el todo,  $h n$ , con el todo,  $b s$ , es como la par-  
 te,  $h e$ , con la parte,  $b d$ : por la 19. del quinto de Euclid.  
 el restante,  $e n$ , se aura con el restante,  $d s$ : y,  $e n$ , con,  $d s$ ,  
 tiene proporcion de y igualdad, por que tantos puntos ay  
 en,  $e n$ , como pasos en,  $d s$ : luego quantos puntos huie-  
 re en,  $q h$ , tantos pasos aura en,  $a b$ . Pues la proporcion  
 de,  $q h$ , con,  $a b$ , es como de,  $h n$ , con,  $b s$ : y estando,  $q h$ ,  $b s$ ,  
 entre paralelas, seran iguales. Luego la paralela que de  
 la interseccion de los dos perpendiculos, que es el punto  
 $q$ , cayere sobre el lado,  $e k$ , del quadrado, mostrara la di-  
 stancia que ay entre las dos estaciones.

Aduer-

# Aduertencia sobre lo que se ha dicho de la interseccion de los perpendiculos.

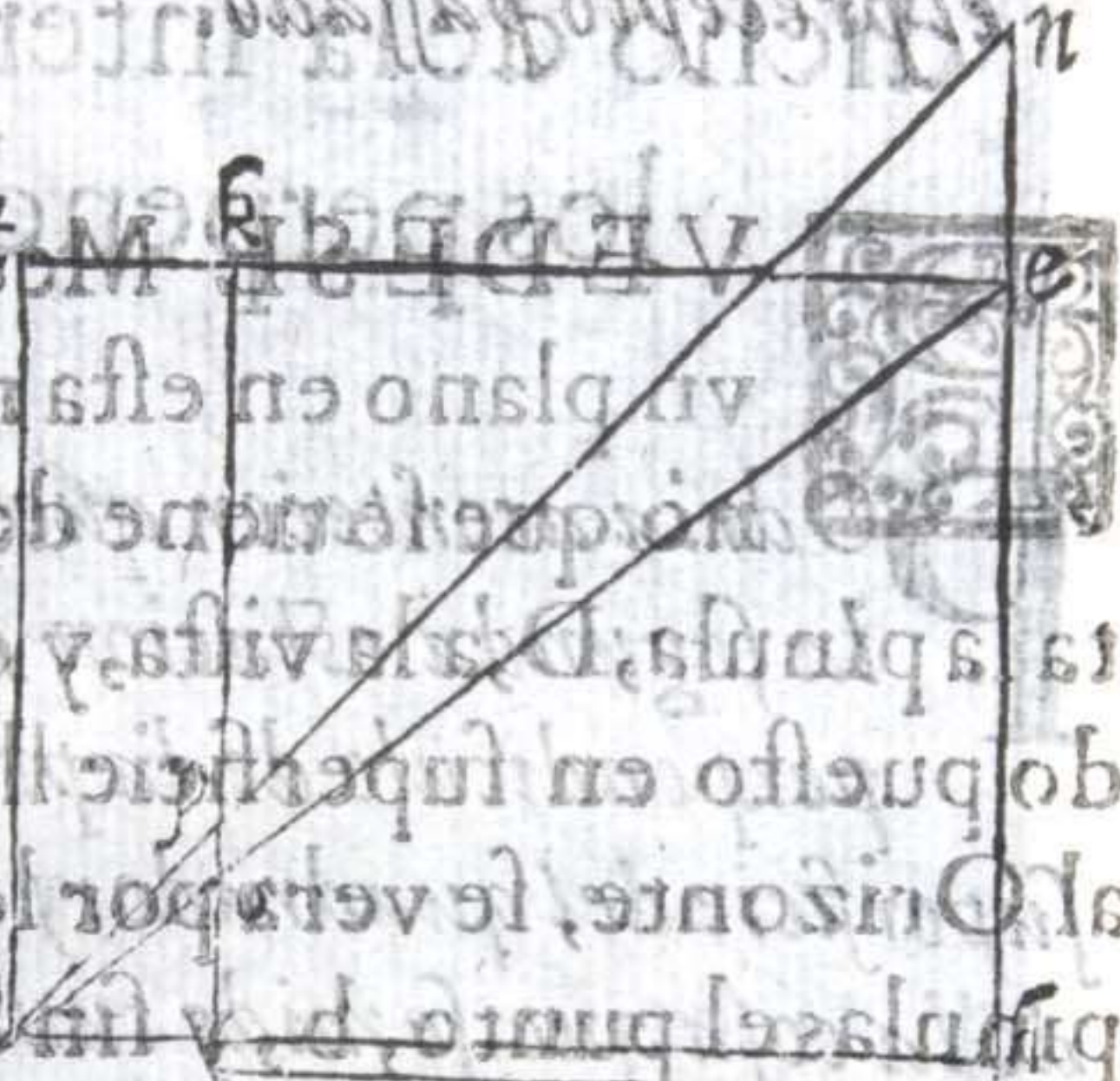
**P**odria acontecer que el perpendiculo de la segunda estacion, no se cortasse con el perpendiculo de la primera, dentro de la superficie del quadrado: y esto acontecerá, quando la cosa que se mide tuviere mas passos, o varas que tiene divisiones el quadrado. Quando esto acontecer, se obrara assi, que auiendo señalado en los lados del quadrado, por donde caen los perpendiculos, poniendo el quadrado en un plano, se estenderan los perpendiculos hasta que se cruzen, y estendiendo tambien el lado del quadrado sobre que tiene de caer la paralela que sale de la interseccion de los perpendiculos, de donde esta paralela cayere en el lado del quadrado, hasta el punto de se contarán las divisiones que hubiere; que tantos passos será la distancia, o altura que se mide. Como si en el quadrado de K. l. i. i. el perpendiculo que sale del

B 3 punto

# Instrumentos de

punto, e; corta al lado,  $Kl$ , en, o: y el perpendicu-  
lo que sale del punto,  $n$ , corta al lado,  $Kl$ , en,  $p$ ,  
sin se ceuar dentro  
de la superficie del

quadradol si pnes por  
niendo el quadra-  
do, e  $Kl$ , en al  
gun punto, e o,  $mp$ ,  
hasta que se corte,  
que sera en,  $g$ ,  $g$ ,  $g$ ,  
tiendase la linea



e  $Kl$ , poniendo por  
ella algun hilo: de punto,  $q$ , se tire,  $qt$ , perpen-  
dicular sobre, e  $K$ , y sera la linea,  $et$ , la altura  
de lo que se mide, tirando la linea,  $qt$ , perpen-  
dicular sobre,  $em$ , se ha de la misma: de muestra  
cion que de primer se suponiendo las lineas  
visuales, como esta dicho. Queriendo saber  
quantas partes es,  $Kl$ , de las que, e  $K$ , es  $o$ ,  
o tome se con el compas,  $K$ , y pongase sobre el  
roq algo  $Ks$ , y averiguar las partes que  
el angulo, e del punto,  $e$ , contiene  
quando la regla, pasa por el punto,  $p$ , y estando asi la  
regla

CAP.



*CAP. V. Que enseña a medir la distancia de un plano sin que aya parte alta como en el precepto pasado.*

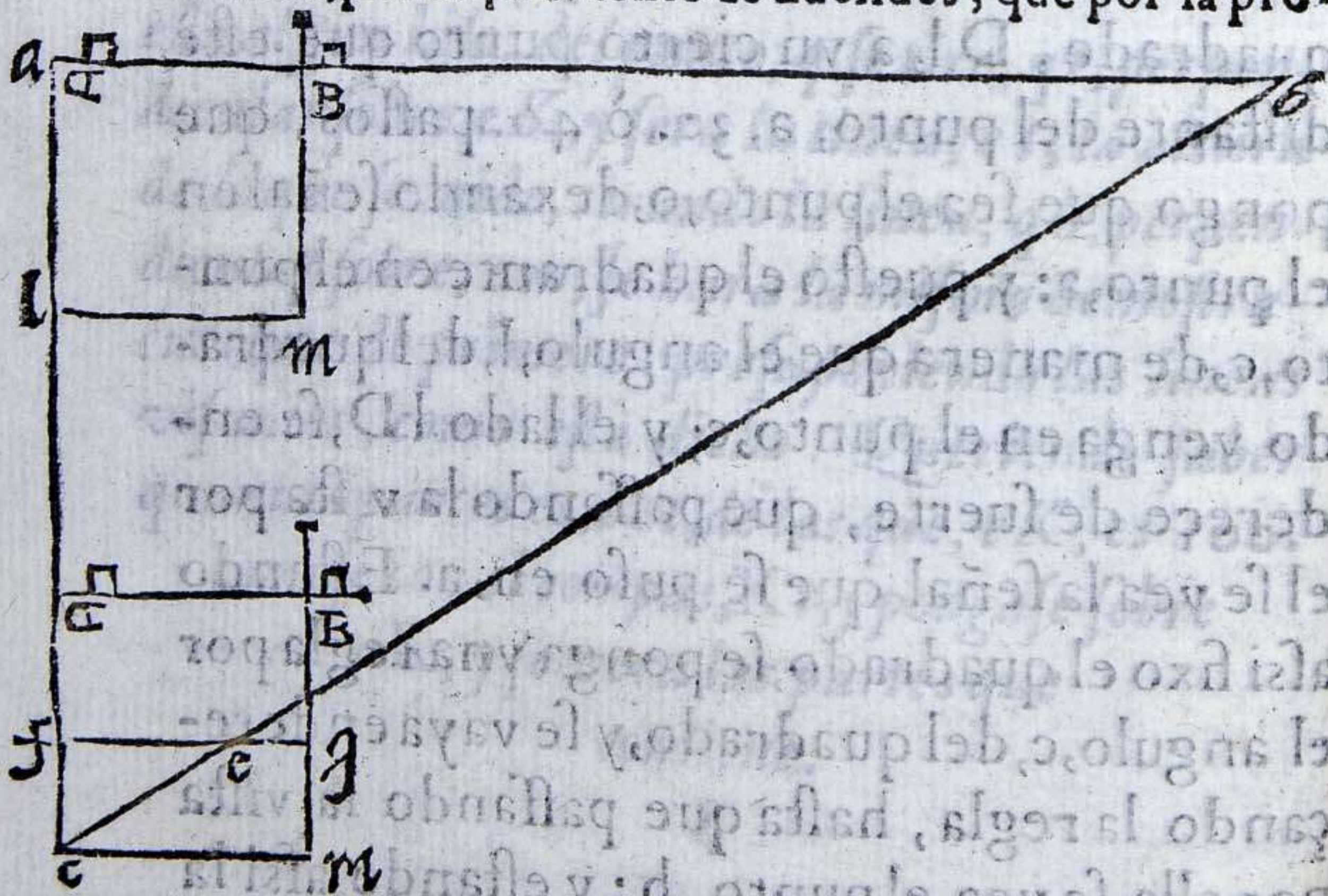
**V** E D E S E Medir la distancia de un plano en esta manera. Sea el plano que se tiene de medir, a b, puesta la pinula, D, a la vista, y estando el quadrado puesto en superficie llana, equidistante al Orizonte, se vera por los agujeros de las pinulas el punto, b, y sin menear el quadrado se encamine la vista por el lado del quadrado, D, a un cierto punto que este distante del punto, a, 30, ó 40. passos, que ponga que sea el punto, o, de xinto señale en b el punto, a: y puesto el quadrado con el punto, b, to, c, de manera que el angulo, d, del quadrado venga en el punto, c, y el lado, d, se enderece de suerte, que passando la vista por el se vea la señal que se puso en a. Estando assi fixo el quadrado, se ponga una regla por el angulo, c, del quadrado, y se vaya endereçando la regla, hasta que passando la vista por ella, se vea el punto, b: y estando assi la

regla

# Instrumentos de

regla sin se menear, se busque en el quadra-  
do vn paralelo, de los que van del lado, D l,  
al lado, B m, que estè tan apartado del angu-  
lo, c, quantos passos ay entre, a c: y pongo  
que sea este paralelo, f g, y vease donde cor-  
ta la regla a este paralelo, que fera en el pũ-  
to, e. Pues digo, que quantas diuisiones hu-  
viere en este paralelo del punto, e, al punto  
f, tantos passos tiene la distancia, a b.

La prueua està clara, porque aqui ay dos triangulos,  
a b c, f e c, que son equiangulos: luego los lados propor-  
cionales, por la 4. del sexto de Euclides, que por la pro-



porcion

porcion que tiene,  $cf$ , con,  $fe$ , essa tiene,  $ca$ , con,  $ab$ : y alternadamente, la porcion que tiene,  $cf$ , con,  $ca$ , essa tiene,  $fe$ , con,  $ae$ : y la porcion que tiene,  $cf$ , con,  $ca$ , es de ygualdad, porque tantos puntos tiene,  $cf$ , como pasos,  $ca$ : luego quantos puntos tuuiere,  $fe$ , tantos pasos rendra,  $ab$ , que es lo que se auia de prouar.

*C A P. V I. Que enseña como por este quadrado, con sola vna estacion, se puede medir qualquiera distancia, o altura, a la qual no se puede llegar.*

**P**UES Queriendo medir la distancia,  $bd$ , ò la altura,  $ab$ , estando el quadrado puesto en su pie, se leuante el lado,  $Kc$ , de manera, que estando la pinula,  $D$ , en el ojo, passe la vista por la pinula,  $B$ , y se vea el punto,  $a$ : ha de caer del punto,  $e$ , vn perpendicularo, y del punto,  $K$ , otro: y en cada vno dellos enhilada vna cuenta pequeña. Pues viédose (como està dicho) por las pinulas el punto,  $a$ , caeran los perpendicularos,  $cfn$ ,  $Kdg$ , como parece en la figura siguiente. La cuenta que està en el perpendicularo,  $Kg$ , se vaya subiendo, o baxando por el hilo (estando el quadrado fixo) hasta

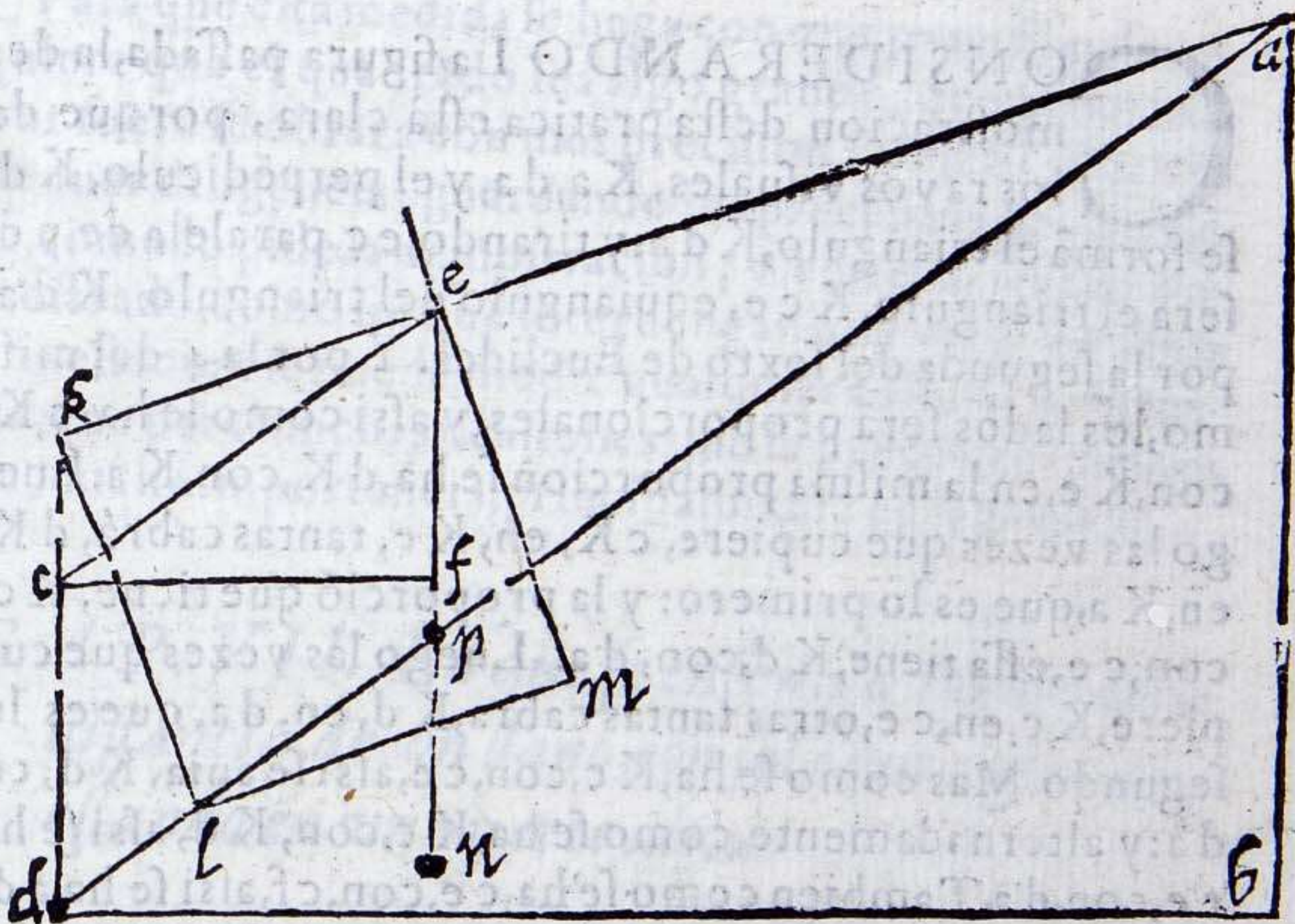
C                      que

## Instrumentos de

que poniendo la vista en ella, y passando por el angulo,  $l$ , del quadrado, se vea el punto,  $a$ . Y para que este rayo visual sea mas cierto, aura otra cuenta en el perpēdiculo,  $cfn$ , la qual se subira por el hilo, hasta que el rayo visual passe por los tres puntos,  $d, l, p$ : y estando asi fixo el quadrado, tomese,  $dc$ , ygual de,  $pe$ , que se hara facilmente. Si el perpendicularo,  $en$ , se pusiere sobre,  $em$ , se vera los puntos que contiene,  $ep$ ; y otros tantos se pondran en,  $dc$ : y poniendo el perpendicularo,  $Kg$ , sobre,  $Kl$ , se sabra los puntos que tiene,  $Kc$ . Pues digo, que las vezes que los puntos que tiene,  $Kc$ , cupieren en  $Ke$ , que otras tantas cabra,  $Kd$ , en  $Ka$ . Luego ya se sabe el rayo visual,  $Ka$ , quantas medidas tiene de las que es,  $Kd$ , vna.

Estandose el quadrado de la manera que se puso en la primera vista, del punto,  $e$ , al punto,  $c$ , se ponga vn hilo, que sera,  $ec$ . Sepase quantas partes, o puntos tiene el hilo,  $ce$ , de las que el lado del quadrado tiene 100. lo qual se sabra como se hizo en las passadas. Pues quantas vezes los puntos del lado,  $Ke$ , cupie-

cupieren en el lado,  $c e$ , tantas vezes cabrà  $K d$ , en el rayo visual,  $d a$ . Para saber la distancia,  $d b$ , y la altura,  $b a$ , se ponga vn hilo del punto,  $c$ , que venga perpendicular sobre el perpendiculo,  $e n$ , que caera en el pũto,  $f$ .



Pues sabiendo los puntos que tiene,  $c f$ , de los que el lado del quadrado tiene 100. las vezes que cupiere,  $K c$ , en,  $e f$ , tantas cabrà,  $K d$ , en,  $d b$ : y sabiendo los puntos que tiene,  $f e$ , se sabrà quantas vezes cabe,  $K c$ , en,  $f e$ , que tantas vezes cabrà,  $K d$ , en,  $b a$ . Pues queda sabido desta operaciõ la distan-

# Instrumentos de

cia del plano,  $db$ , y la altura de,  $ba$ , y los rayos visuales,  $da$ ,  $Ka$ : y todo esto con vna sola estacion.

## Demostracion de lo dicho.

**C**ONSIDERANDO La figura passada, la demostracion desta pratica està clara, porque de los rayos visuales,  $Ka$ ,  $da$ , y el perpẽdiculo,  $Kd$ , se forma el triangulo,  $Kda$ : y tirando,  $ec$ , paralela de,  $pd$ , sera el triangulo,  $Kce$ , equiangulo del triangulo,  $Kda$ , por la segunda del sexto de Euclides. Y por la 4. del mismo, los lados serã proporcionales: y assi como se ha,  $cK$ , con,  $Ke$ , en la misma proporcion se ha,  $dK$ , con,  $Ka$ . Luego las vezes que cupiere,  $cK$ , en,  $Ke$ , tantas cabrá,  $dK$ , en,  $Ka$ , que es lo primero: y la proporciõ que tiene,  $Kc$ , con,  $ce$ , essa tiene,  $Kd$ , con,  $da$ . Luego las vezes que cupiere,  $Kc$ , en,  $ce$ , otras tantas cabra,  $Kd$ , en,  $da$ , que es lo segundo. Mas como se ha,  $Kc$ , con,  $ce$ , assi se auia,  $Kd$ , cõ  $da$ : y alternadamente, como se ha,  $Kc$ , con,  $Kd$ , assi se ha  $ce$ , con,  $da$ . Tambien como se ha,  $ce$ , con,  $cf$ , assi se ha,  $ad$ , con,  $db$ : y alternando, como se ha,  $ce$ , con,  $da$ , assi se ha  $cf$ , con,  $db$ . Luego por la 11. del quinto de Euclides, como se ha,  $Kc$ , con,  $Kd$ , assi se ha,  $cf$ , con,  $db$ . porque la vna y otra proporcion es como,  $ce$ , con,  $da$ . Pues auiendo se  $Kc$ , cõ,  $Kd$ , como,  $cf$ , con,  $db$ , alternadamẽte, se aura,  $Kc$ , con,  $cf$ , como,  $Kd$ , con,  $db$ : luego las vezes que cupiere  $Kc$ , en,  $cf$ , tãtas cabra,  $Kd$ , en,  $db$ , que es lo tercero. Mas, como se ha,  $ce$ , con,  $cf$ , assi se ha,  $da$ , cõ,  $db$ , por ser los triangulos,  $cef$ ,  $dab$ , equiangulos: y alternadamente se aura  $ce$ , con,  $da$ , como,  $ef$ , con,  $ab$ . Luego por la 11. del quinto

de

de Euclides, como se ha,  $Kc$ , con,  $Kd$ , assi se ha,  $ef$ , con  $ab$ , porque la vna y otra proporcion es como,  $ce$ , con  $da$ : luego las vezes que cupiere,  $Kc$ , en,  $ef$ , otras tantas cabra,  $Kd$ , en,  $ab$ ; y queda sabido lo quarto, que es la altura,  $ab$ . De suerte, que con sola vna estacion se sabē rayos visuales, distancia, y altura, cuya comun medida es la linea,  $Kd$ , que es el interualo entre las dos vistas.

Para que esta medida se haga con mas precision, se requiere que el quadrado sea algo grande, que quāto mayor fuere se obrara con mas precision: y en el obrar ha de auer diligencia, guardando los preceptos del capitulo, como lo pide la demostracion: y con esto queda demostrado, como sin que interuengan numeros, con sola vna estacion se puede medir qualquiera altura, y distancia, que para muchas ocasiones que se pueden ofrecer, es de mucha importancia, principalmente en la guerra.

*C A P. VII. En que se enseña a medir vna distancia de vn llano, con sola vna estacion, estando en vna parte alta.*

**S**VELE Acontecer, que estando en lo alto de vn monte, se dessea saber la distancia de vn llano, y en semejante disposicion no ay lugar de hazer dos estaciones, porque la baxada del monte no da lugar de poderlas hazer, por no caer perpendicular al Horizonte: por lo qual es

## Instrumentos de

de importancia poderlo medir con sola vna obseruacion. Pongamos que se aya de medir la distancia del llano,  $bd$ , estando en alguna parte alta, como,  $ba$ : y del punto,  $a$ , se quiere saber los passos que tiene la linea,  $bd$ , y tambien el rayo visual,  $ad$ . Assentado el quadrado en su pie, se ponga la pinula,  $B$ , a la vista, y passando el rayo visual por los agujeros de las pinulas, se vea el punto,  $d$ : y quedandose assi fixo el quadrado, la cuenta que està en el perpendicularo,  $Kg$ , se suba por el hilo, hasta que llegue a tocar en el lado del quadrado, que sera en el punto,  $e$ . Puesta la vista por la cuenta,  $e$ , se enderece al punto  $d$ , y subase la cuenta que està en el perpendicularo,  $cn$ , hasta que el rayo visual que sale del punto,  $e$ , al punto,  $d$ , passe por ella, que sera en el punto,  $f$ . Bueluase,  $cf$ , sobre el lado,  $cm$ , y saberse ha quantas partes tiene  $cf$ , de las q̄ el lado del quadrado tiene 100. las quales partes se restaràn de las partes q̄ tuuiere,  $Ke$ , y quedará sabido las partes que tiene,  $he$ , de las que son el lado del quadrado 100. Pues digo, que las vezes que las partes

partes



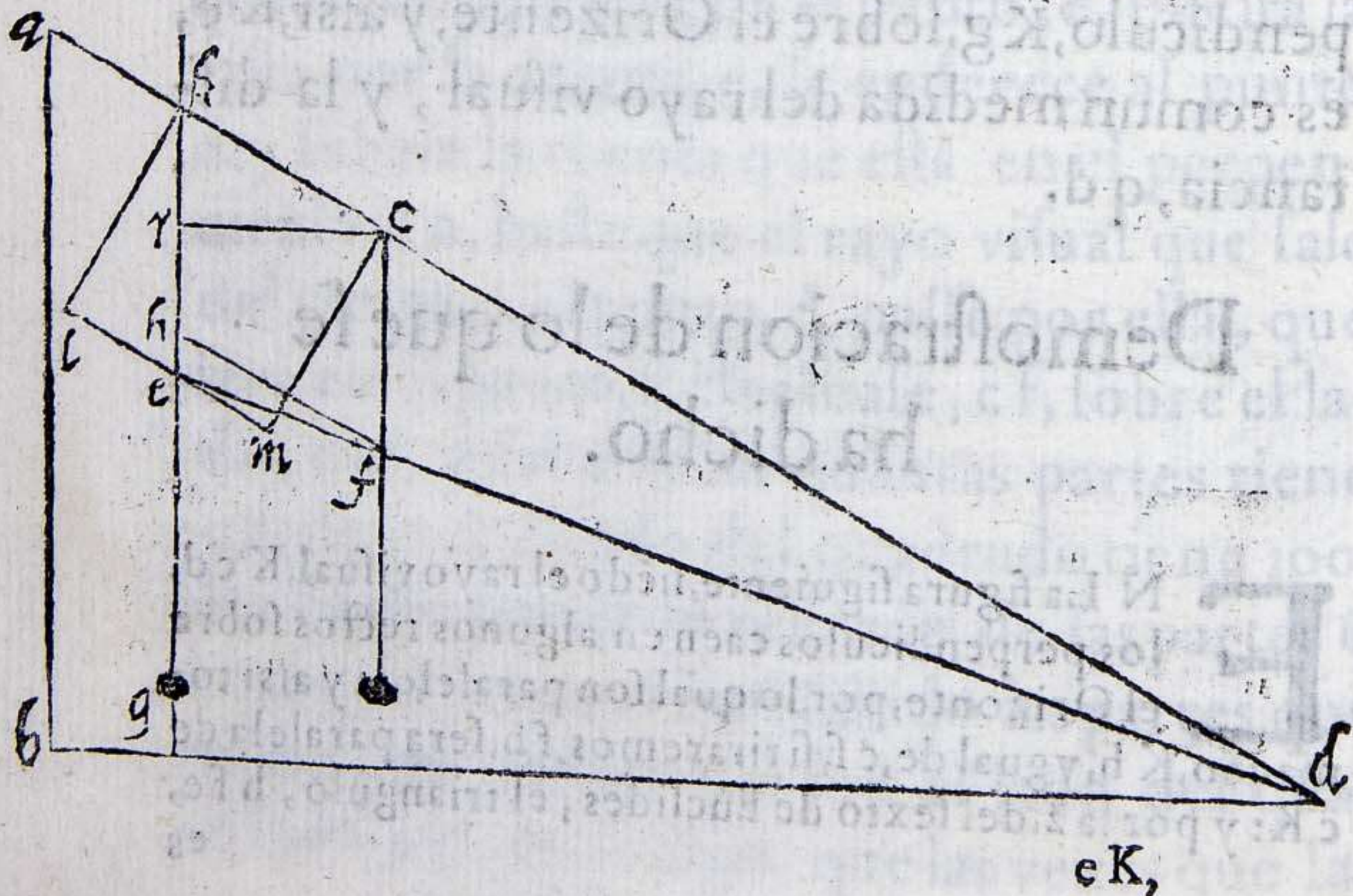
partes que tiene,  $h e$ , entraren en,  $h f$ , que es el lado del quadrado, que otras tantas entrará la línea,  $e K$ , en el rayo visual,  $K d$ : y sabiéndose,  $e K$ , que parte es de vna vara, o de otra medida, se labra que tan grande es el rayo visual, que sale del ojo al punto,  $d$ . Para saber la distancia,  $b d$ , se ponga el hilo,  $c r$ , que vaya paralelo al Orizonte, lo qual se hara facilmente, si cayere perpendicular sobre,  $K g$ , este hilo,  $c r$ , se sepa quantas partes tiene de las que,  $K e$ , son 100. Digo que las vezes que entrare,  $h e$ , en,  $c r$ , que tantas vezes entrará  $K e$ , en,  $d q$ , el punto,  $q$ , es donde cae el perpendicularo,  $K g$ , sobre el Orizonte, y así,  $K e$ , es comun medida del rayo visual, y la distancia,  $q d$ .

## Demostracion de lo que se ha dicho.

**E**N La figura siguiente, siendo el rayo visual,  $K c d$ , los perpendicularos caen en algunos rectos sobre el Orizonte, por lo qual son paralelos: y así tomando,  $K h$ , y igual de,  $c f$ , si tiraremos,  $f h$ , sera paralela de  $c K$ : y por la 2. del sexto de Euclides, el triangulo,  $h f e$ ,  
es

# Instrumentos de

es equiangulo del triangulo,  $K d e$ , y por la 4. del mismo, los lados proporcionales: luego como se ha,  $e h$ , con  $h f$ , assi se ha,  $e K$ , con,  $K d$ : por lo qual, quantas vezen entrare,  $e K$ , en,  $h f$ , que es en el lado del quadrado, tantas vezes entrará,  $e K$ , en,  $K d$ . Luego está sabido el rayo visual,  $K d$ , segun la medida,  $e K$ , que es lo primero que se auia de demostrar. Pues que,  $e h$ , con,  $h f$ , es como,  $e K$ , cõ  $K d$ , alternadamente se aura,  $e h$ , con,  $e K$ , como,  $h f$ , con  $K d$ . Los triangulos,  $K r c$ ,  $K q d$ , par la 2. del sexto de Euclides, son equiángulos, porque,  $r c$ , es paralela de,  $q d$ : luego por la 4. del mismo, los lados seran proporcionales,  $q$  como se ha,  $K c$ , con,  $c r$ , assi se aura,  $K d$ , con,  $d q$ : y alternando, como se ha,  $K c$ , con,  $K d$ , assi se aura,  $c r$ , con,  $d q$ . Y porque,  $K c$ ,  $h f$ , son yguales, diremos, que como se ha  $h f$ , con,  $K d$ , assi se ha,  $c r$ , con,  $d q$ : luego por la 11. del quinto de Euclides, como se ha,  $e h$ , con,  $e K$ , assi se ha,  $c r$ , con,  $d q$ , pues la vna y otra proporcion, es como,  $h f$ , con  $K d$ : y alternadamente, como se ha,  $e h$ , con,  $r c$ , assi se ha



e K, con, d q. Luego quantas vezes entrare, e h, en, r c, tantas entrará, e K, en, d q. Por estar conocidas, e h, r c, se sabe quantas vezes entra, e h, en, r c, y afsi se sabra las vezes que, e K, entrará en, d q, y quedará sabida la distancia, d q, segun la medida, e K, que es lo segundo que se propuso.

*CAP. VIII. Como se sabe por este quadrado la altura del Sol sobre el Horizonte.*

**LEVANTADA** La pinula que está junto al centro del Quadrante para el Sol, hasta que sus rayos entren por los agujeros de las pinulas; entonces se notará donde corta el perpendicular en los lados del quadrado, y por los puntos que en qualquiera dellos cortare, por la tabla fecunda, o de tangentes, se sabra su altura. Si el perpendicular cortare en el lado n K, los grados que dieren en las tablas, es lo que el Sol está apartado del Zenit, que quitado de 90. quedará la altura del Sol sobre el Horizonte. Exemplo, tomando la altura del Sol, el perpendicular cortò. 55. puntos del lado, K i h, que buscados en la tabla fecunda, o de tangentes, hallarè que me dan

D 29. gra-

## Instrumentos de

29. grados ; y tanto estaua el Sol leuantado sobre el Orizonte. Es de aduertir, que quando se entra en la tabla fecunda, a buscar en el cuerpo de la tabla los 55. puntos, se han de quitar del numero que estuuiere en la tabla, cinco figuras de la mano derecha. La razon es, porq̃ el seno todo de la tabla, tiene ocho letras, y el lado del quadrado no tiene mas de tres. Pues corte el perpendicularo en el lado, n K, 60. partes, las quales buscadas en el cuerpo de la tabla fecunda, como està dicho, hallaremos que dà 30. grados. 58. minu. y tanto està apartado el Sol del Zenit ; que si los quitaremos de 90. quedaràn 59. grados y 2. minutos, y tanto està leuantado el Sol sobre el Orizonte.

Podria acontecer, que quando se toma la altura del Sol, que el perpendicularo no cortasse en el lado del quadrado en parte justa, entonces es necessario hazer otra diligencia para saber precisamēte la altura del Sol. Pues quando esto sucediere, se vea donde corta el perpendicularo en el cuerpo del quadrado, por parte justa, alguna de las lineas  
que

que son paralelas al lado,  $KH$ , y pongamos que cortò en,  $x$ , a la paralela  $90$ . y tendremos el triangulo rectangulo,  $ezx$ : y el lado  $ez$ , es  $90$ . y el lado,  $zx$ ,  $20$ . partes de las mismas. Pues si,  $ez$ , fuesse el seno todo,  $zx$ , seria la tangente del angulo,  $z e x$ . Pues por regla de proporcion diremos, quando,  $ez$ , es  $90$ .  $zx$ , es  $20$ . pero quando,  $ez$ , es  $100000000$ . quantas sera,  $zx$ : multiplicando  $20$ . que es segundo termino, por  $100000000$ . que es tercero termino; y el producto partido por primero, que es  $90$ . sera el quociente,  $2222222$ . el qual buscado en el cuerpo de la tabla de las tangentes, en la columna donde no aya mas de siete letras, y hallaremos que le responden  $12$ . grados, y casi  $32$ . minutos, y tanto es el angulo,  $z e x$ , que es lo que el Sol està levantado sobre el Orizonte. Porque en las tablas pocas vezes se hallarà justamente, el numero que sale en el quociente, se buscarà el mas proximo, que no podra auer error de medio minuto: y si en esto se hiziere escrupulo, se tomarà la diferencia entre los dos numeros mas proximos al quociente, y

## Instrumentos de

la diferencia que ay del quociente al numero proximo menor: y segun que la diferencia entre los dos numeros mas proximos al quociente, se huuiere con 60. assi se ha de auer la diferencia del quociente, y del numero proximo menor, con otro numero, que por regla de proporcion se vendra a saber; el qual son los segundos, mas que los minutos que responden al numero proximo menor al quociente: y desta suerte se tendra la altura del Sol muy precisa.

Por este quadrado se pueden saber otras muchas cosas, pertenecientes a Geometria, y Astronomia, como son cuerdas, y senos, tangentes, y secantes: pero aqui no es nuestro intento tratar desta materia, que en otra parte lo auemos hecho, fino solo de lo que toca a medir distancias, y alturas, segun queda dicho.

?

CAP.

*CAP. IX. Que enseña la fabrica y uso con su demostracion, del Baculo de Iacob.*

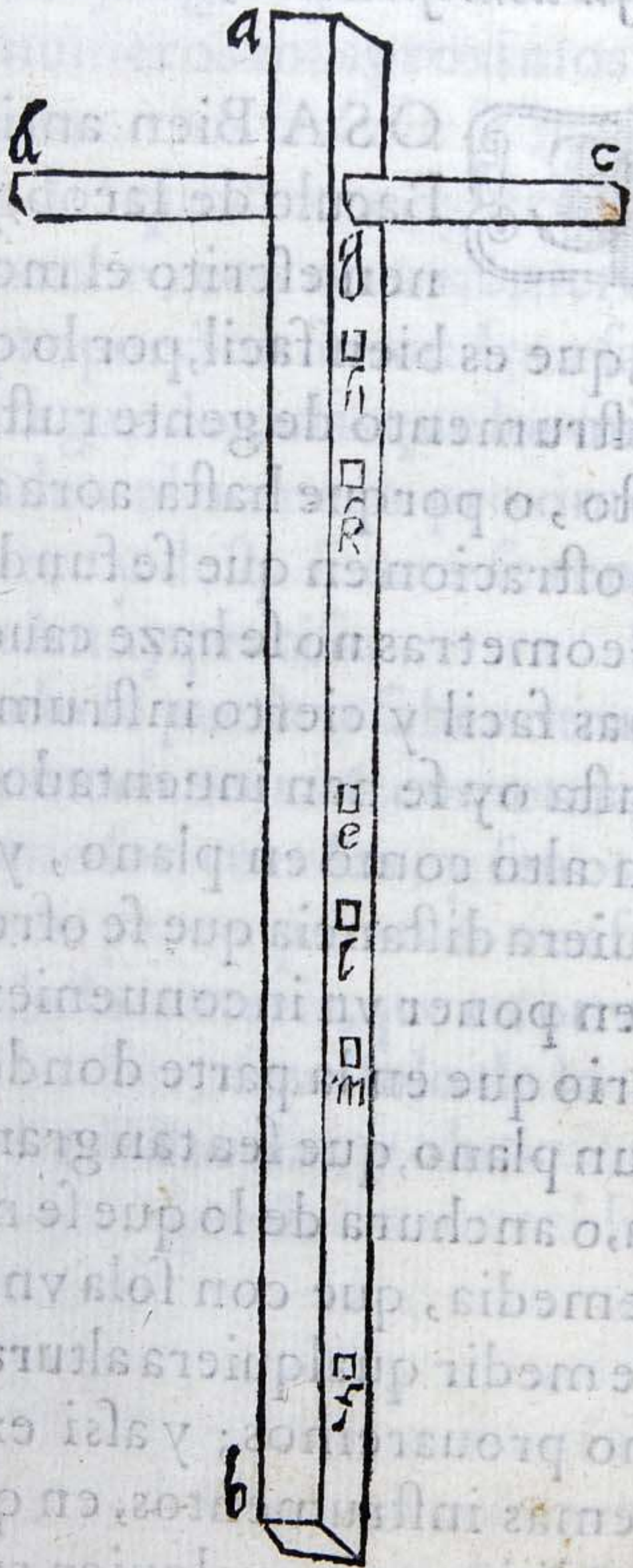


**C**OSA Bien antigua es el uso del Baculo de Iacob, y que algunos tienen escrito el modo de obrar con el, que es bien facil, por lo qual le tienē por instrumento de gente rustica: y no se si por esto, o porque hasta aora no he visto la demostracion en que se funda, que entre los Geometras no se haze caudal del, siendo el mas facil y cierto instrumento de quantos hasta oy se han inuentado para medir, assi en alto como en plano, y en ancho, qualquiera distancia que se ofrezca. Solo le pueden poner vn inconueniente, que es necesario que en la parte donde se mide, aya algun plano, que sea tan grande como la altura, o anchura de lo que se mide: pero esto se remedia, que con sola vna estacion se puede medir qualquiera altura y distancia, como prouaremos; y assi excede a todos los demas instrumentos, en quanto a estas tres medidas, pues qualquier rustico puede me-

# Instrumentos de

dir con el, lo qual no hara con los demas, exceto cõ nuestro Quadrado Geometrico; aunque en el obrar este es mas acomodado, y se puede fabricar con facilidad, como parece.

Tomese vna vara que sea de buena madera, y tenga de largo cinco palmos: pongase en quadrado, dándole el grueso conforme al largo, la qual sea, ab. Tomese otra vara quadrada, que téga





de largo dos palmos, que sea,  $cd$ : y en la vara  $ab$ , se hagan vnos agujeros, como,  $g$ ,  $e$ ,  $f$ , yguualmente distantes vnos de otros, y la distancia sea tan grande como la vara,  $cd$ : y los agujeros seran de suerte, que por ellos quepa la vara,  $cd$ , justamente. Y ha de entrar de manera, que haga angulos rectos con la vara,  $ab$ , y con esto está acabada la fabrica del Baculo.

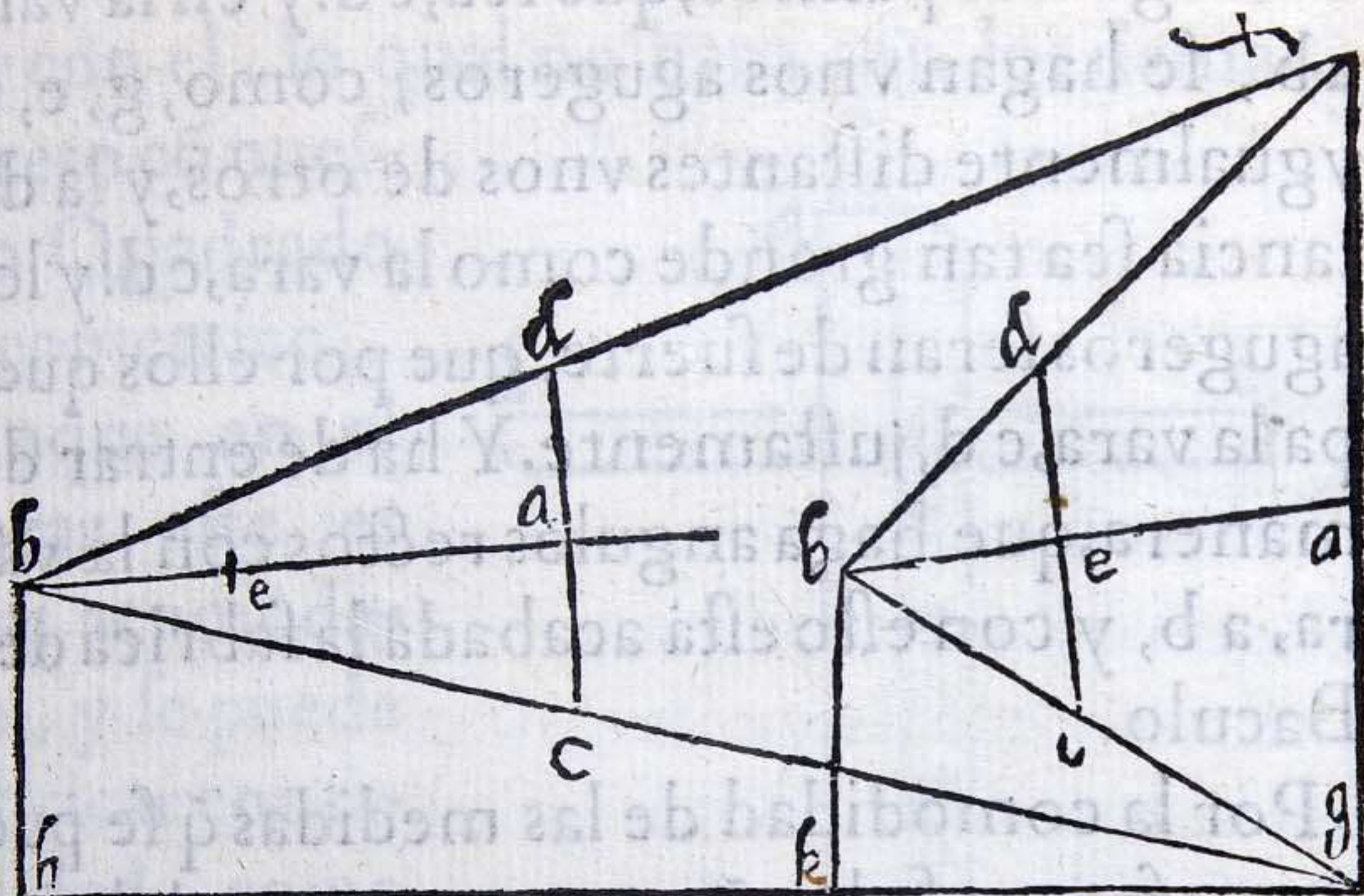
Por la comodidad de las medidas q̄ se pueden ofrecer, se hará otros agujeros debaxo del punto,  $g$ , y otros debaxo del punto,  $e$ , q̄ del vno al otro aya la distancia de,  $g$ , hasta,  $e$ , q̄ es del tamaño de,  $cd$ , que es el tranfuerfario.

### Vfo del Baculo.

**P**Ara medir con este instrumento, se ponga la vara,  $cd$ , en vno de los agujeros, de suerte que tanto quede de vna parte como de otra. Pues queriendo medir la torre,  $fg$ , se ponga la vara,  $ab$ , de suerte que el punto,  $b$ , esté puesto en el ojo: y mirando por los puntos,  $c$ ,  $d$ , que son los estremos

mos

# Instrumentos de



mos del transfuersario, se tiene de ver lo alto de la torre, que es el punto, *f*: y lo baxo, que es el punto, *g*: y pongo que esto acontecio estando el que mide en el punto, *h*. Hecho esto, se passe el transfuersario, *c d*, en otro agujero, tan distante del que se quita como el mesmo transfuersario: y vayanse allegando a la torre, y mirando del punto, *b*, por los extremos del transfuersario, lo alto y baxo de la torre, como se hizo primero: y entonces pongo que el que mide se hallò en el punto, *K*: pues los pies, o passos q̄ huuiere entre, *h K*, es la altura de la torre.

Siguiese

## Siguese la demostracion desta pratica.

**S**Ea en la figura siguiente la torre,  $ab$ , perpendicular al Horizonte. Sea el Baculo,  $ef$ , y el transfuersario  $gk$ : y el segundo agugero,  $h$ , tan distante del primero como,  $gk$ . Pues midiendo la torre,  $ab$ , como está dicho, el que mide parò en la primera estacion, en el pũto,  $c$ , estando el transfuersario en el agugero,  $f$ : y los rayos visuales son,  $eka$ ,  $egb$ . Passado el trãsfuersario al agugero,  $h$ , como se dixo, y tornãdo a ver la torre por los extremos del trãsfuersario, el q̄ mide parò en el pũto,  $l$ , y los rayos visuales son,  $ena$ ,  $emb$ . Las lineas,  $ce$ ,  $le$ , son yguales, porque son la altura del que mide: pues digo, q̄ el espacio,  $lc$ , es yguual a la altura,  $ab$ . Estiendase la linea,  $le$ , hasta que corte el rayo visual,  $ea$ , que sera en el punto,  $q$ , y el rayo visual,  $eb$ , cortarà en el punto,  $i$ : pues siendo  $ce$ ,  $le$ , la altura del que mide, son yguales, y caen perpendicularmente sobre el Horizonte: luego,  $ce$ ,  $le$ ,  $ba$ , son paralelas entre si. Y por la 2. del sexto de Euclides,  $cl$ , cõ  $lb$ , tiene la proporcion que,  $ei$ , con,  $ib$ : y la que tiene,  $ei$ , con,  $ib$ , essa tiene,  $eq$ , con,  $qa$ . Luego por la 11. del quinto de Euclides, la proporcion que tiene,  $eq$ , con,  $qa$ , essa tiene,  $cl$ , con,  $lb$ : luego convirtiendo, como se ha, a  $q$ , cõ  $qe$ , assi se ha,  $bl$ , con,  $lc$ : y componiendo, como se ha toda la linea,  $ae$ , con,  $qe$ , assi toda la linea,  $bc$ , con la linea  $lc$ : y como se ha,  $ae$ , con,  $qe$ , assi se ha,  $ab$ , con,  $iq$ . Luego por la 11. del quinto de Euclides, como se ha,  $ab$ , con,  $iq$ , assi,  $bc$ , con,  $lc$ : pues entrambas son como,  $ae$ , con,  $qe$ . Pues aqui tenemos quatro lineas rectas proporcionales,

E                  porque

# Instrumentos de

porque como se ha,  $bc$ , con,  $lc$ , assi se ha,  $ab$ , con,  $iq$ : luego por la 16. del sexto de Euclides, el rectangulo que se hiziere de,  $bc$ , que es la primera, por,  $iq$ , que es la quarta, sera ygual al rectangulo que se hiziere de,  $lc$ , por,  $ab$ , que son segunda, y tercera: y quede esto en la memoria.

Busquese en la linea,  $bc$ , vn punto, que poniendo el pie del compas en el, el otro passe por los puntos,  $ca$ , el qual sera el punto,  $o$ : y sobre este punto,  $o$ , se haga el semicirculo,  $cap$ : y tomese,  $bt$ , ygual de,  $bp$ . Tirese,  $tu$ , paralela de,  $bc$ , y sera el paralelogramo,  $bcut$ , ygual del quadrado,  $ab$ , por la vltima del segundo de Euclides. Resta agora prouar, que la linea,  $bt$ , es ygual de,  $iq$ , y quedará prouado, que el rectangulo que se haze de,  $bc$ , por,  $iq$ , es ygual del quadrado,  $ab$ . Para esto se estiendan las lineas,  $bc$ ,  $tu$ , hasta que concurran, que sera en el punto,  $y$ : por el punto,  $y$ , se tire,  $Ay$ , paralela de,  $uc$ : y estiendase  $bc$ , hasta que se corte con,  $Ay$ , que sera en,  $z$ : y tomese  $zA$ , ygual de,  $zy$ : y del punto,  $A$ , por el punto,  $t$ , se tire la linea,  $At$ , que passará por el punto,  $q$ , como luego se dira.

Pues esto assi dispuesto, la proporciõ de,  $zl$ , con,  $lb$ , es como de,  $y$ , con,  $ib$ , por la 2. del sexto: pues componiẽdo, como,  $zb$ , con,  $lb$ , assi,  $y$ , con,  $ib$ , como,  $y$ , con,  $ib$ : assi,  $yt$ , con,  $xt$ : por lo qual como,  $zb$ , con,  $lb$ , assi,  $yt$ , con,  $xt$ : y tambien,  $At$ , con,  $qt$ . Y por la 4. del sexto, como se ha,  $bz$ , con,  $zy$ , assi,  $bl$ , con,  $li$ : y permutando, como,  $zb$ , con,  $lb$ , assi,  $zy$ , con,  $li$ : y como,  $zb$ , con,  $lb$ : assi era,  $yt$ , con,  $xt$ : y como,  $yt$ , con,  $xt$ , assi,  $A$ , con,  $xq$ . Luego por la 11. del quinto,  $il$ ,  $qx$ , son yguales. Pues añadiendo a cada vna la cantidad comun,  $ix$ , serã yguales,  $lx$ ,  $iq$ . Tenemos, que,  $lx$ , es ygual de,  $bt$ , luego,  $iq$ , sera ygual de  $bt$ . Por tanto siendo tres lineas,  $Ay$ ,  $iq$ ,  $bt$ , yguales y paralelas; y passando,  $y$ , por el punto,  $a$ , tambien,  $At$ , passará por el punto,  $q$ . Tenemos prouado, que el rectangulo

que

que se hazia de  $cb$ , por,  $iq$ , era yqual del rectángulo que se hazia de,  $cl$ , por  $ab$ : luego el rectángulo que se haze de,  $cl$ , por  $ab$ , es igual del rectángulo que se haze de,  $cb$ , por,  $bt$ . Pues  $bt$ , es vqual de  $iq$ , y el rectángulo que se haze de,  $cb$ , por  $bt$ , es yqual del quadrado,  $ab$ : luego,  $ab$ ,  $lc$ , son yguales, q̄ es lo q̄ se pretendia prouar.

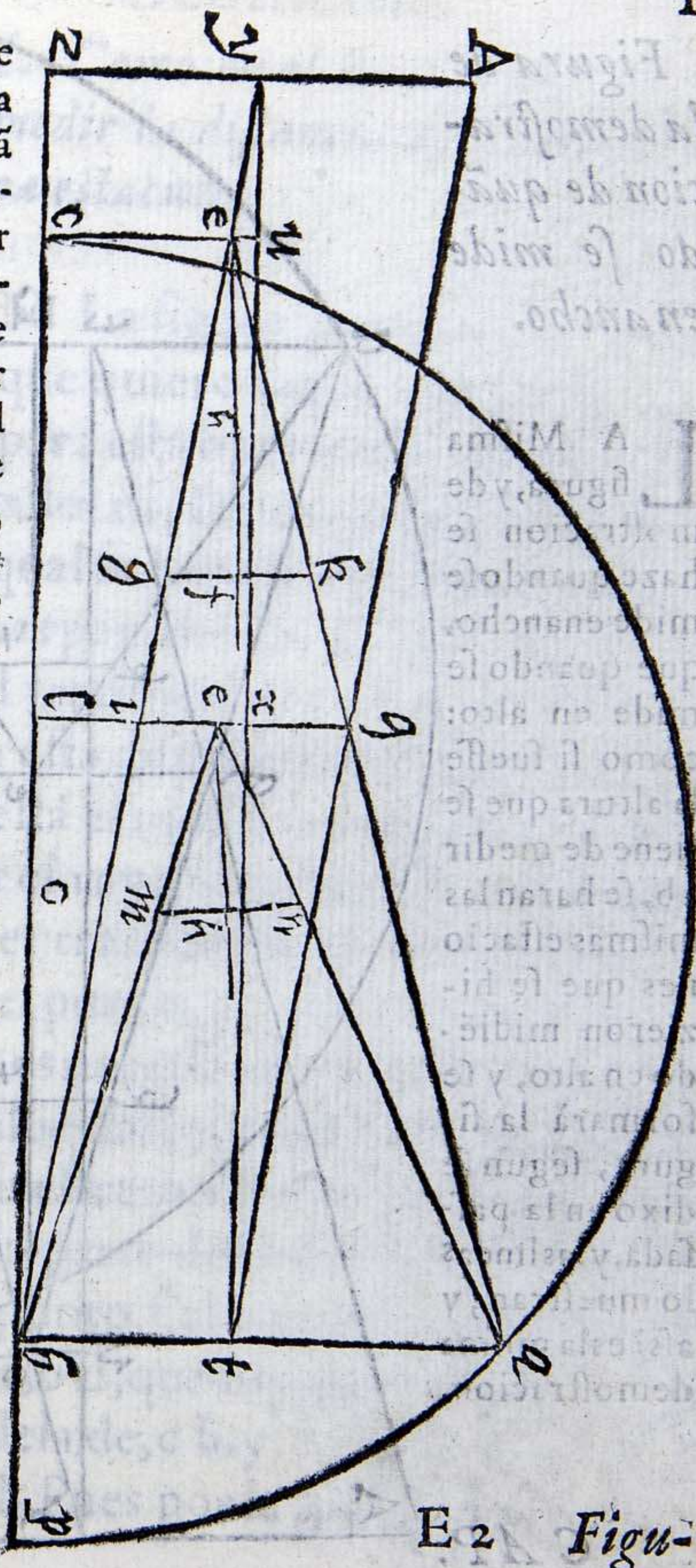
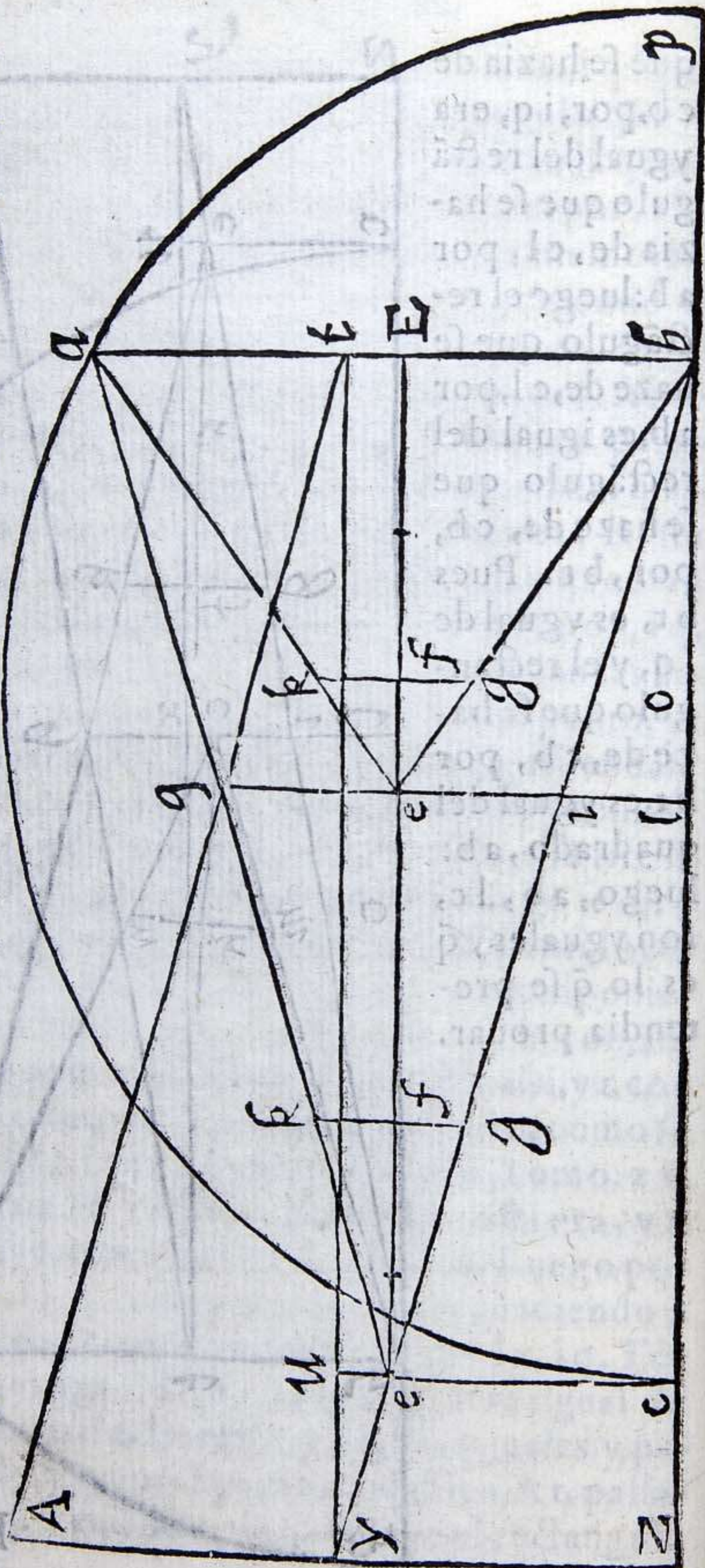
E 2 *Figura*

Figura de  
la demostra-  
cion de quã-  
do se mide  
en ancho.

**L**A Misma  
figura, y de  
mostracion se  
haze quando se  
mide en ancho,  
que quando se  
mide en alto:  
como si fuesse  
la altura que se  
tiene de medir  
ab, se haran las  
mismas estacio-  
nes que se hi-  
zieron midiẽ-  
do en alto, y se  
formarã la fi-  
gura, segun se  
dixo en la pas-  
sada, y las lineas  
lo muestran; y  
assi es la misma  
demostracion.

CAP.



*CAP. X. Como en el Baculo de Iacob se puede medir la distancia de un plano con sola una estacion.*

**E**N La figura precedente, pongo que quiero saber la distancia,  $cb$ : para esta operacion es necessario, que el Baculo,  $ef$ , se ponga paralelo al Oriente; lo qual se hara si del punto,  $f$ , se colgare vn perpendicularo, el qual venga por medio del transuersario,  $fg$ : y estando el Baculo en esta disposicion, del punto,  $e$ , que es donde està el ojo, se vea el punto,  $b$ , de tal fuerte, que el rayo visual,  $egib$ , passe por el extremo del transuersario, que pongo que passò por el punto,  $g$ : y para que passe por este punto, es necessario que salga mas, o menos el transuersario, para que el rayo visual passe por su extremo. En esta medida tengo conocido la parte del transuersario,  $fg$ , y lo que ay del punto,  $f$ , al punto,  $e$ : y tambien està conocida,  $bE$ , que es ygual de,  $ce$ , porque  $eE$ , es paralela de,  $cb$ , y,  $ec$ , es perpendicular sobre,  $cb$ . Pues por la 4. del sexto, como

E 3 se

## Instrumentos de

se ha,  $fg$ , con,  $bE$ , así se ha,  $ef$ , con,  $eE$ . Pues están conocidas primera, segunda, y tercera cantidad, conocerse ha la quarta,  $eE$ , (siguiendo la regla de proporción) que es yguual de,  $cb$ , y la distancia que se quería saber. La línea,  $ce$ , se presupone que es la altura del que mide, y esta se puede tener sabida: y si quiere poner vn palo, o otra cosa que haga el mismo efeto, fera vna misma cosa. Esta operacion es muy vtil y necessaria, por que muchas vezes acontece no auer lugar de hazer dos estaciones.

*C A P. XI. Como se puede medir con este Báculo la altura de qualquiera cosa que no se puede llegar a ella, con sola vna estacion.*



N La misma figura passada quiero medir la altura,  $ba$ , desde el punto  $c$ : estando el ojo en,  $e$ , leuantado del plano la cantidad,  $ce$ , fera el rayo visual,  $eKa$ , y el radio,  $ef$ , el qual se tiene de poner paralelo al Orizonte, como se dixo en el capitulo precedente: y tambien passará el



el rayo visual por el extremo, K, del transfuerfario, y se vera el punto, a. En esta medida se forma el triangulo reſtángulo, e E a, y el triangulo, ef K, los quales ſon equiangulos: por lo qual como ſe ha, ef, con, f K, aſi ſe ha e E, con, E a. Las tres cantidades ſon conocidas, que ſon, ef, f K: la tercera, e E, ſe ſupone por el capitulo precedente: luego por regla de proporcion ſaber ſe ha: E a, eſtá ſabida por la paſſada, b E: luego ſabe ſe, b a, que es lo que ſe pretendia.

*C A P. XII. En que ſe pone una fabrica de un nivel con que ſe niveia qual de dos lugares eſtá mas alto: y juntamente ſe ſabra la diſtancia que ay entre entrambos.*

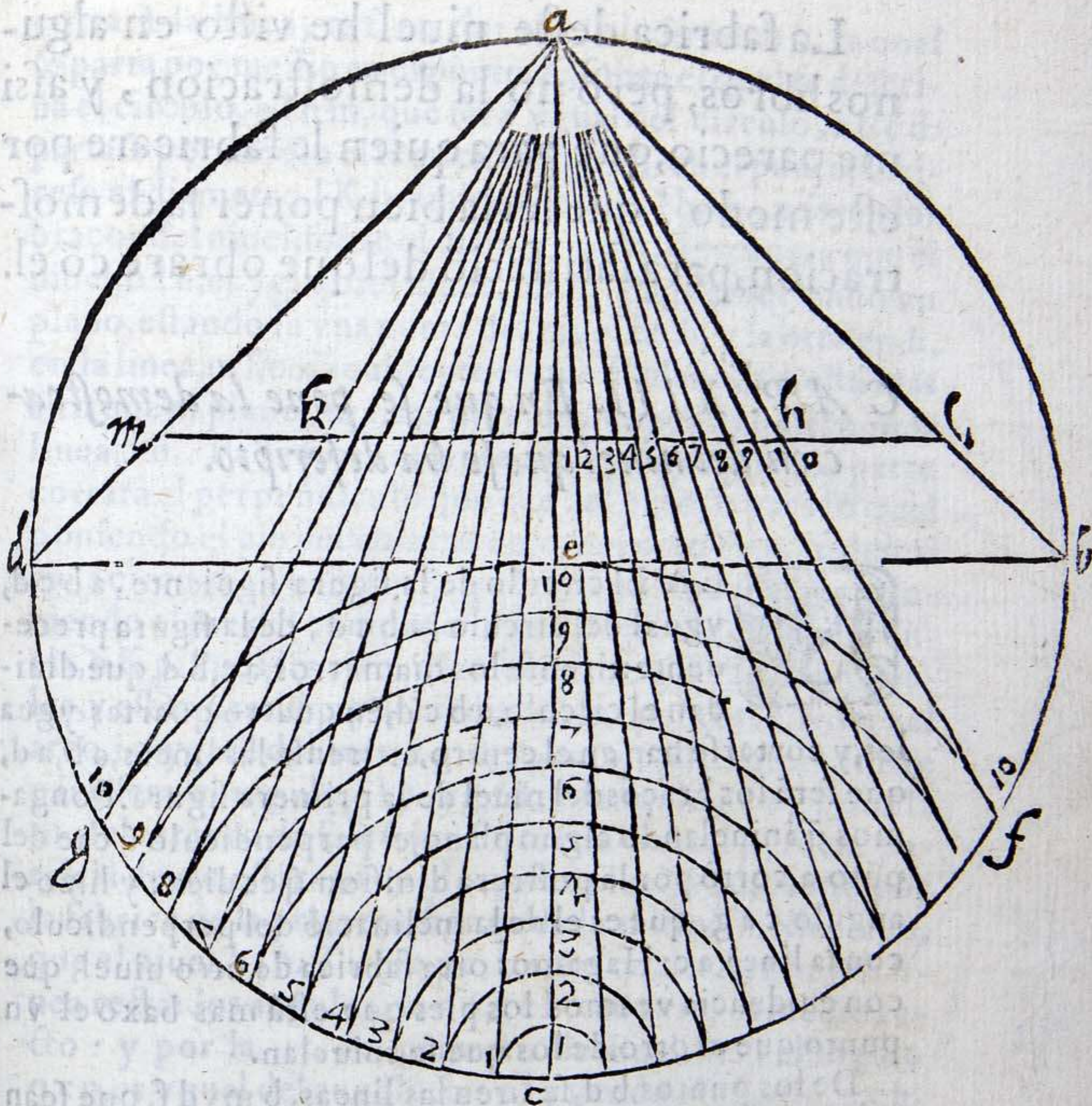


**H** A G A S E El circulo, a b c d, cuyo centro es, e: tirenſe los diametros a c, b d, que diuidã el circulo en quatro quadrãtes: partaſe el ſemidiametro, ce, en diez partes ygualos: y poniendo el pie del compas en, c, ſe deſcriuan circulos que paſſen por las diuiſiones, y paren en la circunfe-

## Instrumentos de

circunferencia del circulo, a b c d. Despues del punto, a, se tiren lineas, hasta donde las circunferencias que se descriuieron del punto, c, cortan la circunferencia del circulo a b c d. Despues del punto, a, se tiren las lineas, a b, a d, que seran los braços del niuel: tome se, a l, a m, que sean yguales, y tire se, l m, y esta sera la trauesia del niuel: y donde cortaren las lineas que se tiraron del punto, a, a esta trauesia, se ponen las medidas que muestran la altura de vn punto a otro, la qual se señale con sus numeros, como parece en la figura.

Quando se tiene de hazer este niuel, se busque vna pared muy lisa y llana, en la qual se hara el circulo, a b c d, que tenga por lo menos diez pies de diametro, en el qual se obrará como aqui auemos dicho, partiendo el semidiametro, c e, en diez partes yguales, que cada vna sera medio pie; y otro tanto valdra cada diuision de la trauesia, l m. Cada vna destas diuisiones se puede diuidir en 20. partes, de la fuerte que se ha hecho en las diez. Porque con mas precision se haga  
la



la anielacion, los braços, a b, a d, se haran de manera, que de la vna punta a la otra no excedan los diez pies: y la trauiessa, l m, quanto mas cerca se pufiere de los pũtos, b d, sera mejor, porque seran mayores las diuisiones.

F La

# Instrumentos de

La fabrica deste niuel he visto en algunos libros, pero no la demostracion, y assi me parecio, que para quien le fabricare por este modo, que seria bien poner la demostracion, para satisfaciõ del que obrare cõ el.

*C A P. XIII. En que se pone la demostracion del niuel que se ha descripto.*

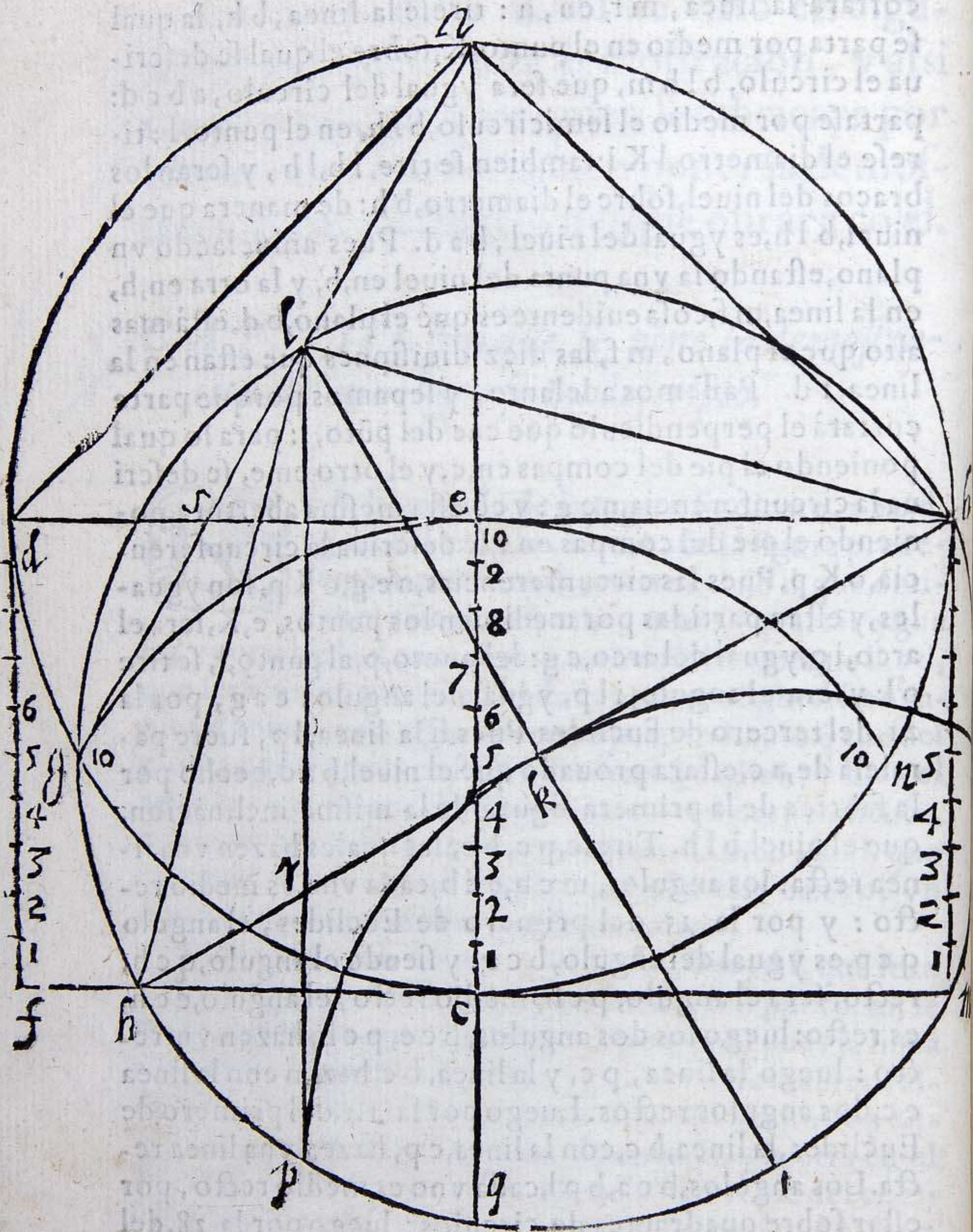


**S**E A El circulo de la figura siguiente,  $a b c d$ , y igual del circulo,  $a b c d$ , de la figura precedente: tirense los diametros,  $a c, b d$ , que diuidan el circulo,  $a b c d$ , en quatro quartas y iguales, y cortarse han en el centro,  $e$ : tirense las lineas,  $a b, a d$ , que serã los brazos del niuel de la primera figura. Pongamos q̄ anivelando algun plano, el perpendiculo q̄ cae del pũto,  $a$ , cortõ por la postrera diuision q̄ es diez: y hizo el angulo,  $c a g$ , que es el de la inclinaciõ del perpendiculo, con la linea,  $a c$ : Hagamos otra fabrica de otro niuel, que con evidencia veamos los pies que estã mas baxo el vn punto que el otro, de los que se anuelan.

De los puntos,  $b d$ , se tiren las lineas,  $b m, d f$ , que sean paralelas, y yguales de,  $e c$ : y del punto,  $f$ , al punto,  $m$ , se tire la linea,  $f m$ , que tocarã en el punto,  $c$ : pues la linea  $e c$ , estã diuidida en 10. partes yguales, otras tantas valdra cada vna de las lineas,  $f d, m b$ . Esto assi hecho, se ponga la vna punta del compas en el punto,  $b$ , y la otra en el punto,  $d$ : y con esta abertura, estando fixo el pie del compas que estã en,  $b$ , se descriua la circunferencia,  $d h$ , que  
corta-

cortará la línea,  $mf$ , en,  $h$ : tirese la línea,  $bh$ , la qual se parta por medio en el punto,  $K$ , sobre el qual se descriua el círculo,  $blhm$ , que sera ygual del círculo,  $abcd$ : partase por medio el semicírculo,  $blh$ , en el punto,  $l$ : tirese el diametro,  $lK$ : tambien se tire,  $lb, lh$ , y seran los braços del niuel, sobre el diametro,  $bh$ : de manera que el niuel,  $blh$ , es ygual del niuel,  $bad$ . Pues aniuelando vn plano, estando la vna punta del niuel en,  $b$ , y la otra en,  $h$ , en la línea,  $mf$ , cosa euidente es que el plano,  $bd$ , está mas alto que el plano,  $mf$ , las diez diuisiones que estan en la línea,  $fd$ . Passemos adelante, y sepamos porque parte cortará el perpendicular que cae del pũto,  $l$ : para lo qual poniendo el pie del compas en,  $c$ , y el otro en,  $e$ , se descriua la circunferencia,  $neg$ : y cõ esta mesma abertura, poniendo el pie del compas en,  $i$ , se descriua la circunferencia,  $oKp$ . Pues las circunferencias,  $neg, oKp$ , son yguales, y estan partidas por medio: en los puntos,  $e, K$ , sera el arco,  $ip$ , ygual del arco,  $cg$ : del punto,  $p$ , al punto,  $l$ , se tire  $pl$ : y sera el angulo,  $ilp$ , ygual del angulo,  $cag$ , por la 21. del tercero de Euclides. Pues si la línea,  $lp$ , fuere paralela de,  $ac$ , estara prouado que el niuel,  $bad$ , hecho por la fabrica de la primera figura de la misma inclinacion, que el niuel,  $blh$ . Tirese,  $pc, be$ , las quales hazen vna línea recta: los angulos,  $mcbe, ecb$ , cada vno es medio recto: y por la 15. del primero de Euclides, el angulo  $qcp$ , es ygual del angulo,  $bce$ : y siendo el angulo,  $qch$ , recto, sera el angulo,  $pch$ , medio recto, el angulo,  $ech$ , es recto: luego los dos angulos,  $bce, pch$ , hazen vn recto: luego la línea,  $pc$ , y la línea,  $bc$ , hazen con la línea  $ec$ , dos angulos rectos. Luego por la 14. del primero de Euclides, la línea,  $bc$ , con la línea,  $cp$ , hazen vna línea recta. Los angulos,  $bca, bpl$ , cada vno es medio recto, por estar sobre quadrantes de círculos: luego por la 28. del

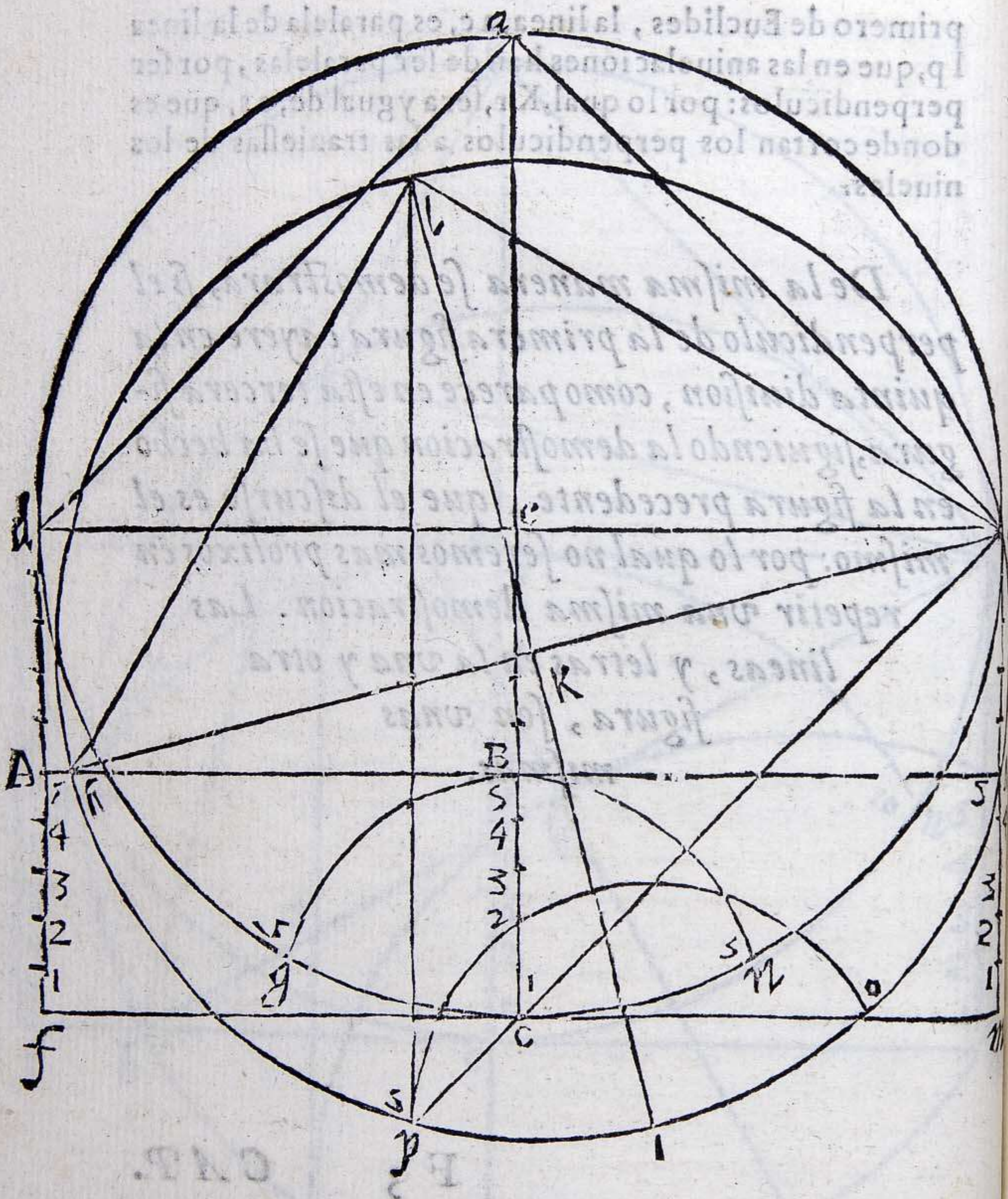
# Instrumentos de



primero de Euclides, la linea, a c, es paralela de la linea l p, que en las anielaciones han de ser paralelas, por ser perpendiculos: por lo qual, K r, sera y gual de, e s, que es donde cortan los perpendiculos a las trauiessas de los niueles.

*De la misma manera se demostrará, si el perpendiculo de la primera figura cayere en la quinta diuision, como parece en esta tercera figura, siguiendo la demostracion que se ha hecho en la figura precedente, que el discurso es el mismo: por lo qual no seremos mas prolixos en repetir una misma demostracion. Las lineas, y letras en la una y otra figura, son unas mismas.*

# Instrumentos de



Tercera Figura.



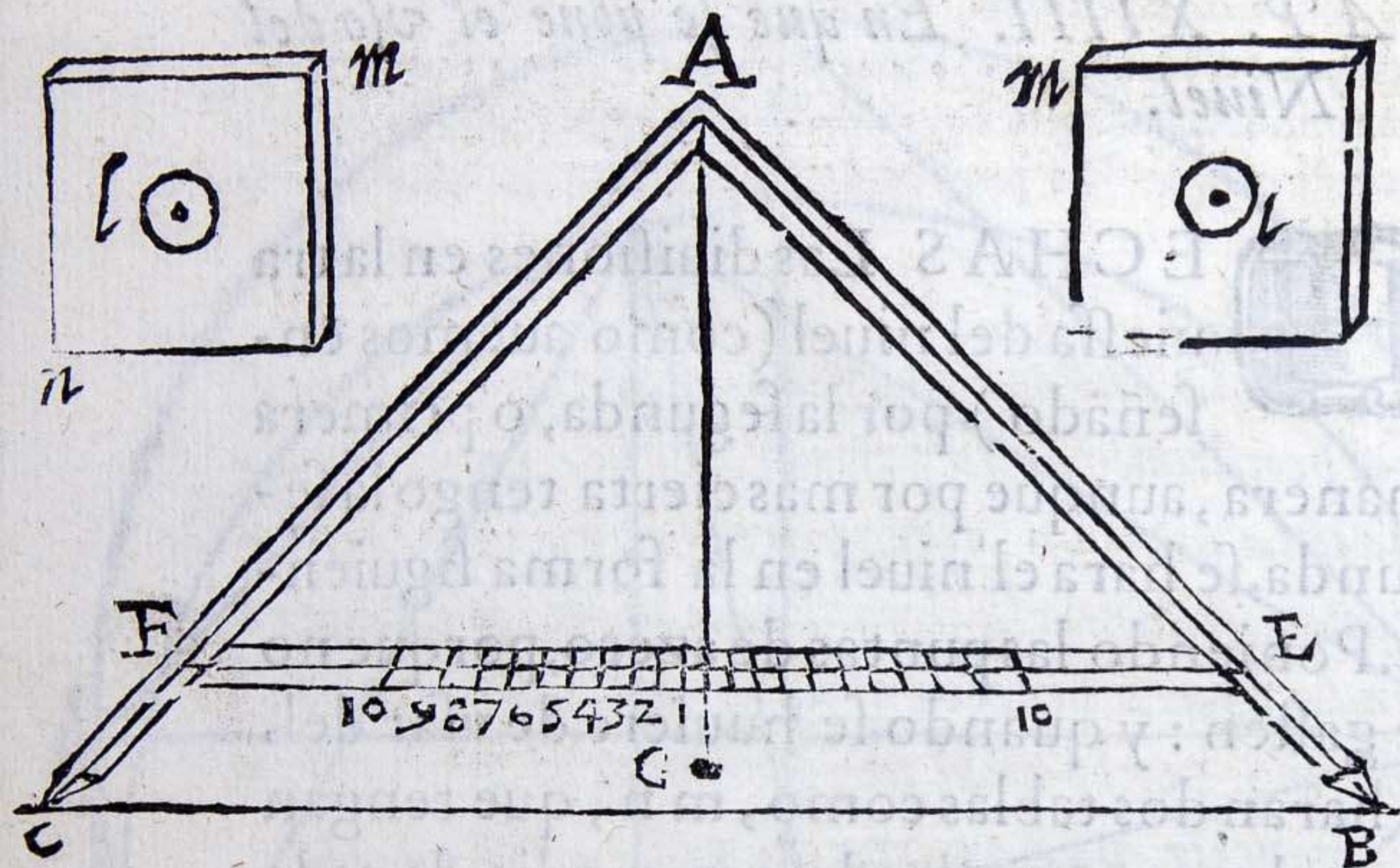
## CAP. XIII. En que se pone el uso del Nivel.



**ECHAS** Las diuisiones en la trauiessa del nivel (como auemos enseñado) por la segunda, o primera manera, aunque por mas cierta tengola segunda, se hara el nivel en la forma siguiente. Poniendo las puntas de a zero, porque no se gasten: y quando se huuiere de vfar del, se haran dos tablas como, m n, que tengan vn palmo en quadrado; y en medio de cada tabla, como en el punto, l, se pōdra vna chapilla de hierro, y en estas chapillas se tiene de assentar el nivel, siempre en vn mismo punto. Estas tablas se yran mudando, como se fuere anivelando, teniendo cuenta con los niueles que se fueren tomando: y en cada nivel que se tomare, se vea el perpendiculo en que parte de la trauiessa corta, porque si cortare en la trauiessa del nivel, en la numeracion de la parte trassera, es señal que la punta delantera està mas alta. Pues a cada nivel que se tomare, se assentaràn los puntos

tos

# Instrumentos de



tos que cortare el perpendiculo: los que cortare en la parte trassera, se assentaràn en vna parte; y los que cortare en la parte delantera, en otra. Acabada la aniuelacion, se sumen los de cada parte por si, y restese el mayor numero del menor, que lo que quedare es lo que el vn lugar de los que se aniuelan, està mas alto, o mas baxo que el otro: si los puntos de la parte trassera fueren mas que los de la delantera, està mas baxa que la parte delantera. Y pues estas son cosas claras, no me detengo mas en esto.

SIGVE-



S I G V E S E V N  
 T R A T A D O D E C O N -  
 duzir aguas de vn lugar a otro,  
 cosa bien importante para los  
 que tratan de semejante  
 oficio.



**V** I T R V V I O En el libro octa-  
 uo, en el Prohemio, trata de la  
 necesidad que tiene la vida hu-  
 mana de la agua, y cuenta, que  
 Talès Melesio, vno de los siete Sabios, di-  
 xo, que el principio de todas las cosas, era el  
 agua. Heraclito dixo, que era el fuego. Otros  
 sabios dixerõ, q̃ era el agua, y el fuego. Euri-  
 pides dixo, que el ayre, y la tierra con la llu-  
 uia del cielo, engendrauan todas las cosas.  
 Pitagoras, y Empedocles, y otros Filósofos,

G dixe-

# Instrumentos de

dixeron , que en todas las generaciones concurren, ayre, fuego, tierra, y agua, como es afsi verdad : y afsi no ay cosa debaxo del cielo de la Luna , que no participe de los quatro elementos; vnas tienen mas de vno que de otro elemento. Y porque este lugar no es para filosofar de estas cosas, solo trataremos sumariamēte, lo que pertenece al agua:

*C A P. XV. Que trata el modo que se deve tener en buscar el agua donde no estuviere descubierta.*

**Q**VANDO El agua es patente, y que corre, no ay necesidad sino de hallar el modo de como se tiene de llevar al lugar donde ay necesidad della, como adelante diremos. Pero fuele acontecer, que debaxo de la tierra estan las aguas ocultas, y que estas se pueden descubrir por algunas señales que se veen en la superficie de la tierra. Estas aguas que estan debaxo de la tierra, algunas vezes estan junto a la superficie, y otras mas profundas: las que estan junto a la superficie, destas son las señales

ñales que se veen en la superficie de la tierra. Pues si queremos conocer estas señales, se hara así: Pongase vn hombre en el suelo boca a baxo, y assentado la barba sobre vn ladrillo que esté en el suelo, encamine la vista por encima la superficie de la tierra, y donde viere que salen vnas como neblinas, allí está cerca la agua. Esta obseruacion se tiene de hazer antes que salga el Sol, en tiempo sereno, y en el mes de Agosto.

Tambien se haze otra prueua, q̄ cauando en la tierra, y haziendo vn hoyo de tres pies de hondo, y poniendo en lo baxo vn vaso de tierra, que no esté cozido, y dexandole en el hoyo vna noche, y cubriendo el hoyo con tablas, si a la mañana el vaso estuviere mojado, o deshecho, es señal que allí cerca está el agua. Tambien en lugar del vaso se suele poner vn vellon de lana, que si huuiere agua cerca, el vellon se hallará en la mañana mojado. Otras muchas señales se suelen poner, pero estas bastan para conocer si ay agua. Tambien encima de la tierra donde ay agua, suelen nacer juncos, y otras yeruas,

## Instrumentos de

yeruas, que se crian en partes humidas.

Como toda la tierra, alomenos en la parte que es cercana a la superficie, estè bañada con agua, porque si así no fuesse no fructificaria, pero en vnas partes està mas cerca de la superficie que en otras, como en los montes, a causa que el Sol no hiere con sus rayos, con tanta fuerça como en las partes baxas, y campos llanos: y así en las partes montuosas, es muy ordinario auer muchas fuentes, y en los valles que estan cercadellos, porque de lo q̄ estila de las partes altas, viene a rebentar en los valles: mas en los campos llanos, por herir allí los rayos del Sol cō mayor vehemencia, hazen que se exalen los vapores humidos, y la tierra se va comprimiendo, y cerrandose sus poros, lo qual es causa de no dar lugar al agua que anda por las venas de la tierra para que pueda brotar, fino que va buscando la parte mas flaca y porosa, para rebentar por allí. Algunas vezes vemos, que en partes muy llanas rebientan fuentes: acontece esto quando de diuersas partes han concurrido venas de agua, y  
encon-

encontrandose vnas con otras resurten a la superficie de la tierra. Estas aguas que manan en tierras llanas, de ordinario son pesadas y grueffas, porque como alli caliente el Sol con mas rigor, vanse exalando los vapores humidos: y como estos vapores que leuanta el Sol con su calor, sean las partes sutiles y delgadas, queda lo grueffo y terrefre: y assi de ordinario estas aguas campestres, son salobres y mal sanas. Al contrario, las fuentes que nacen en los montes, tienen el agua dulce y delgada, porque alli el calor del Sol es mas moderado, y no se exalan los vapores sutiles y delgados del agua, y assi son mas saludables, y apazibles al gusto.

No hieren los rayos del Sol en las partes altas con tanta fuerça como en los llanos, porque las partes altas participan mas del ayre fresco, y tambien los rayos del Sol hieren en los montes mas al foslayo, y obliquos: y demas desto, las arboledas que ay en ellos, defienden el calor; y con esto no se leuantan los vapores sutiles, y la tierra queda muy porosa, y con facilidad rebienta el agua

## Instrumentos de

que viene por las venas de la tierra. Mas los llanos, como no participan tanto del ayre fresco, y los rayos del Sol hieren mas derechamente, y no ay arboles que defiendan el calor del Sol, està la tierra mas dexugada de vapores humidos, por lo qual està mas cerrada de poros, y no da lugar a las venas del agua para poder correr.

Otra razon hallo para que en los montes broten mas fuentes que no en campos llanos, porque como auemos dicho, los montes son porosos, y tienen concauidades, en las quales se engendran vientos, y estos, por la virtud del Sol se van haziendo raros, lo qual es causa que no quepan en los lugares donde estan, y procurando salir, rompen la tierra por donde hallan la parte della mas flaca, y con este impetu lleva el agua circunuecina, y rebienta con el ayre: y vna vez hecho curso, se va llamando vno a otro, y queda hecha fuēte. Mas en los campos llanos, como la tierra tenga cerrados los poros, por las razones dichas, no puede reben-  
tar fino con mucha fuerça, por lo qual va  
cami-



caminando por las venas de la tierra, hasta que halla disposicion en ella para poder brotar: y de aqui viene auer pocas fuentes en tierras llanas.

*C A P. XVI. En que se trata quales aguas sean mas saludables, y apazibles al gusto.*

**E**NTRE Todas las aguas se tiene por mejor la llouediza, auiendo estado reposada en la cisterna: la causa que dan, es, que aquella agua auiendo la leuantado el calor del Sol en vapores subtilissimos, y siendo mouida en el ayre, a causa de los vientos, y despues espeffandose con el frio que està en el, viene a caer en la tierra delgadissima, y sin mal olor y gusto; como le suelen tener algunas fuentes: porque el agua para ser buena, no ha de tener olor, ni color, ni sabor, ni cosa que ofenda al gusto, ni al estomago: ha de ser clara, sutil, y delgada. Suele se prouar, moxãdo en ella vn lienço delgado, muy limpio, y antes que se moxe, se pese muy al justo, y auiẽdose moxado se

## 82 Instrumentos de

se ponga al Sol, hasta que esté muy bien seco, y tornarle a pesar, que si pesare mas que antes que se moxasse, será señal que el agua tiene alguna terrestidad. Otras prueuas suelen hazer, pero esta es muy cierta.

Trata Vitruuio, en el capitulo tercero del octauo libro, que ay algunas fuentes que tienen el agua de continuo, y en qualquiera tiempo caliente, y que es de buen sabor, y suaua al beuer. Desta calidad son las fuentes que ay en Lisboa, de que beue toda la ciudad, que siempre manan el agua caliente, la qual despues de fria es muy dulce y saludable. La causa de salir calientes, es, que vienen por venas de la tierra que son muy vezinas a mineros de çufre, pero no passan por ellos, y así salen calientes, y sin ningun mal sabor. Ay otras fuentes, que tambien salen calientes, pero la agua es de mal sabor y olor. Otras, que la agua es agria, pero no huele mal, como vna que está en Almagro, que se beue muy bien, y haze buena digestion. Las fuentes desta manera, passan por las venas de la tierra, donde ay minero de piedra alum-

alumbre, caparrosa, y otros betunes de que saca la agua todos estos accidentes. Suelen ser algunas destas aguas muy medicinales.

Ay otras fuentes en exceso calientes, como las Burgas de Orense en Galizia, que he visto pelar en ellas manos de vaca, y carnero; y si es necessario cozer la vaca, es bastante el calor que tiene. El agua destas fuentes es salada, que para massar el pan con ella no le echan sal, pero a falta de otra se podria beuer. El venir tan caliente esta agua, deue ser, que passa por algun Bolcan de çufre. Pone Vitruuio en este capitulo, propiedades de muchas fuentes, que por no ser cosa que aqui tratamos de proposito, no las pongo, solo se tiene de advertir, que quando se pretendiere traer alguna fuente para que se beua en la ciudad, que primero que se ponga en execucion, se hagan prueuas de la agua, si es saludable, o tiene alguna mala calidad.

(?)

H

CAP.

# Instrumentos de

*C A P. XVII. Que trata de como se tienen de  
aniuelar los caminos por donde ha de correr  
la agua, y de los instrumentos que para esto  
son menester.*

**O** Primero ante todas cosas, se tie-  
ne de considerar, si la fuente que  
se quiere traer a la ciudad, tiene  
corriente suficiente para poder venir. Qua-  
tro casos, o diferencias de camino se puedē  
ofrecer en qualquiera camino, por don-  
de ha de venir la agua: Vno es, quando el na-  
cimiento de la agua se vee con euidencia,  
que està mas alto que donde ha de venir a  
manar, y que no tiene que subir cuesta, def-  
pues que està en lo baxo: y en tal caso no ay  
para que gastar tiempo en aniuelar el cami-  
no. Puedese ofrecer otro caso, que el naci-  
miento de la agua està en vna parte alta, y q̄  
de alli tiene de baxar a vn valle, y tornar a  
subir a otra parte alta, dōde ha de ser el ma-  
nadero. Otro caso se puede ofrecer, que siē-  
do el nacimiento de la agua en vn valle: y  
el manadero ha de ser en otro valle, y entre  
el

el nacimiento, y el manadero ay vna cuesta. Tambien se puede ofrecer, que el nacimiento de la agua sea en vn llano, y el manadero también está en el mismo llano, y ay mucha duda qual de los dos lugares está mas alto. De todos estos quatro casos se dira de cada vno en particular, enseñando los inconuenientes que puede auer, para impedir lo que se pretende: y el remedio que se deue tener para euitar los tales inconuenientes, y el gasto que muchas vezes se haze, sin dello sacar fruto. De algunos accidētes, que son generales a los quatro casos, se dira de cada vno en su lugar, con la mas breuedad y claridad que ser pudiere.

Quanto al primero caso, bien poco ay que dezir, por que teniendo la agua la corriente tan conocida, no ay sino hazer su encañado, que si en la cuesta no ay algunos inconuenientes, que sea necesario que la cañeria venga dando bueltas, la agua vendra al manadero con facilidad. Mas si a caso es necesario que el agua venga dando bueltas, se guardará esta orden. En cada codo que hiziere la cañeria, se deue de hazer vna arca

## Instrumentos de

en que descanse la agua, porque de otra manera, si el camino fuese largo, serian causa los codos de que rebetasse la cañeria. Tambien es de advertir en este caso, si el camino es largo, entõces aunque no aya necesidad de hazer las bueltas q̄ auemos dicho, tambien es bien que se hagã estas arcas, que sirven de dos cosas. La vna es, que descansa la agua en ellas, y no trabaja tanto la cañeria. La otra es, que quando por alguna causa cesasse de correr la agua, por estas arcas se conoce luego en q̄ parte està el daño, y se remedia cõ facilidad, sin deshazer el edificio.

Adelante se dira de q̄ materia son mejores los caños, y de las cosas tocãtes al edificio.

El segundo caso es, quando la agua nace en parte alta, y ha de baxar a lo hondo de vn valle, y ha de tornar a subir a otra parte alta. En este es necessario, que el artifice tenga mucha consideracion de mirar, si la baxada y subida, son muy largas, que siendo asì, ha de usar de artificio, porque con la encañadura ordinaria, no vendra la agua al manadero, aunque estê mas baxo que el  
naci-

nacimiento, fino que rebentaràn los caños por muchas partes. La razon desto es, que como la agua es graue, y pesada, afsi la que baxa por la cuesta como la que sube, siempre estan cargando para el centro; y siendo la baxada y subida muy larga, y toda la cañeria està llena de agua, es grãde el peso de vna y otra parte: y cargãdo sobre la cañeria que està en lo mas hondo, y no pudiendo sufrir tanto peso, viene a rebentar: pues para preuenir a este inconueniente, se tomarà el siguiente remedio. Tambien en este caso se tiene de considerar, si la cañeria ha de hazer bueltas, como se dixo en el caso passado, porque en el codo donde haze la buelta, es necessario se haga vna torre tan alta, poco menos que el nacimiento de la agua, y por ella arriba se vaya profiguiendo la cañeria, hasta q̄ mane en lo alto de la torre, y la agua se recoxa en vna pila, de dõde torne a baxar. la cañeria hasta el pie d̄ la torre: y de alli profiga otra vez la cañeria hasta otra torre, y suba la agua como en la primera, y torne a baxar; y desta suerte se lleuarà d̄ torre en torre,

## Instrumentos de

hasta llegar al manadero. Puede acontecer, que del nacimiento de la agua hasta lo hondo del valle, y la torre que se tiene de hazer cerca de lo hondo del valle, ser muy alta; y lo mesmo la de la subida: y para remediar la carga de la agua que està en la cañeria de las torres, sería bien, que de las dos mas cercanas a lo hondo del valle, de la vna a la otra se hiziesse arcos por donde fuesse la cañeria. Ay acerca de la altura destas torres que advertir, y es, que se tiene de aniuelar que tantos pies està mas alto el nacimiento que el manadero: y este excesso se tiene de partir por todas las torres que huviere del nacimiento al manadero, y a cada vna se le darà lo que le cupiere de aquel excesso mas baxa que la otra, comenzando de la que està junto al manadero. Ay otra cosa que advertir, que si la cantidad de la agua fuere mucha, se lleue por dos caños, porque se reparta el peso, y los caños no tengan mas hueco de quanto fuere menester, para que descansadamente pueda caber la agua, que todo esto se haze para aliuianar el peso de la agua.

Como

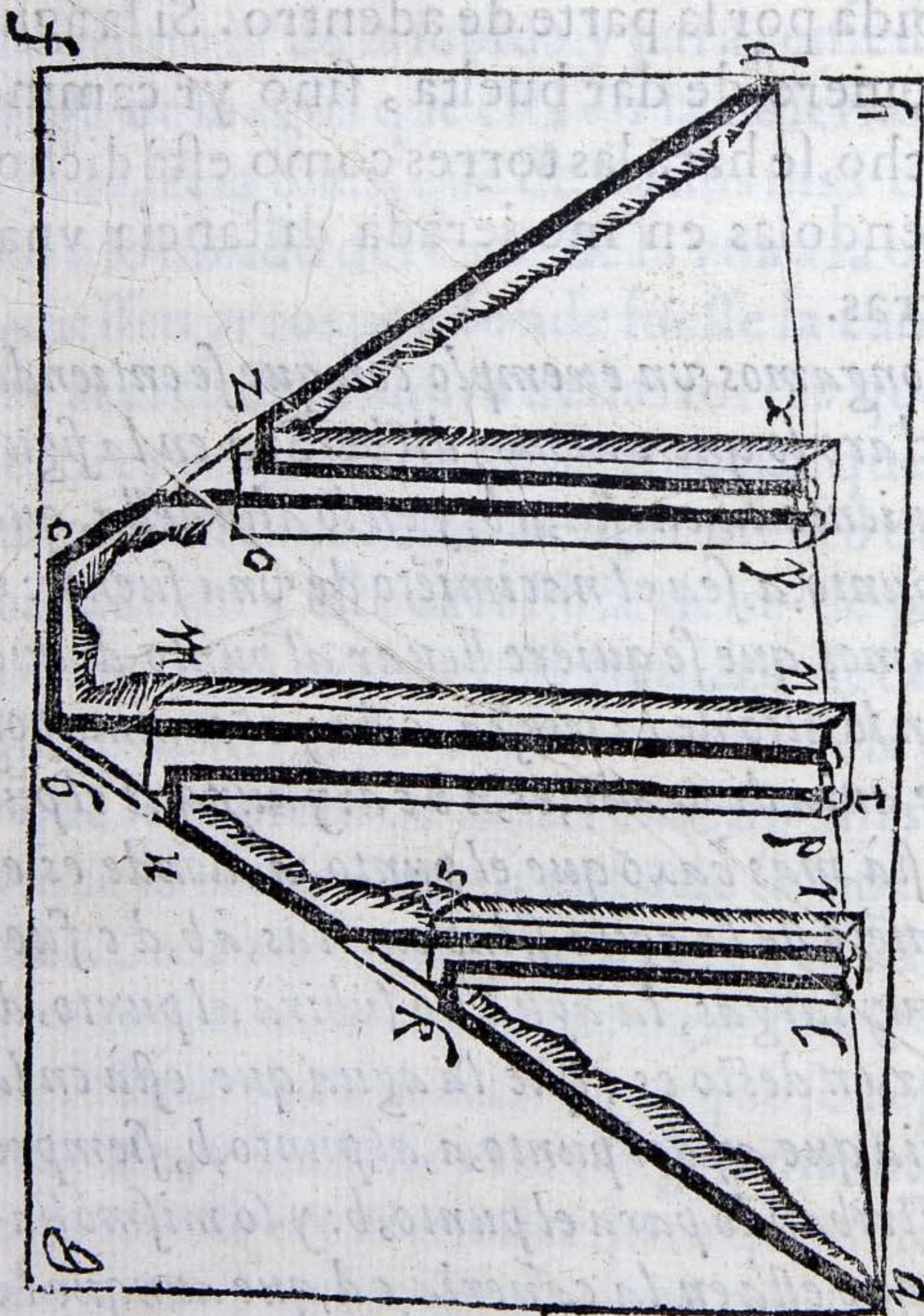


Como se fueren haziendo las torres, se puede començar a echar la agua, que en la primera y segunda torre se vera el efeto que haze. Estas torres se haran de ladrillo, con la subida por la parte de adentro. Si la agua no huuiere de dar buelta, sino yr camino derecho, se harã las torres como està dicho, poniendolas en moderada distancia vnas de otras.

*Pongamos vn exemplo con que se entienda mas claro lo que auemos dicho: Sea en la figura siguiente la cuesta,  $ab$ , y en lo alto della, que es el punto,  $a$ , sea el nacimiento de una fuente: y pongamos que se quiere llevar al punto,  $d$ , que està en lo alto de la cuesta,  $cd$ : y el camino por donde auia de venir, es,  $abcd$ : y aunque el punto,  $d$ , està mas baxo que el punto,  $a$ , donde es el nacimiento de la agua, si las cuestas,  $ab$ ,  $dc$ , fueren muy largas, la agua no subirà al punto,  $d$ . La razon desto es, que la agua que està en la cañeria que ay del punto,  $a$ , al punto,  $b$ , siempre està estribando para el punto,  $b$ : y lo mismo haze la que està en la cañeria,  $cd$ , que aunque la que està en,  $ab$ , està comprimiendo a la que està*

# Instrumentos de

*en, c d: pero ella como graue, està resistiendo y  
haziendo fuerça contra la que està en, a b: y  
a esta causa, toda la cañeria de vna y otra par  
te, està llena de agua, por lo qual se haze tanta*



*fuerça*

fuerça en la cañeria que està entre,  $cb$ , que aunque sea muy rezia rebienta. Pues para remediar este daño, es necessario usar de artificio, como queda dicho, y para disponer las torres de suerte que la agua haga el efeto q̄ se puede: para lo qual se mediran las alturas que tienen, assi el nacimiento de la agua, como el manadero, lo qual se hara con el quadrado que enseñamos. Pongamos que,  $cb$ , es el Orizonte, sobre el qual imaginemos, que del punto,  $a$ , cae la perpendicular,  $ag$ , que seria la altura del punto,  $a$ : y lo mismo de la altura del punto,  $d$ , q̄ seria la perpendicular,  $df$ : estiendase la linea,  $fd$ , hasta que sea tan alta como,  $ab$ , que sera al punto,  $b$ : tirese,  $ab$ , tambien se tire,  $ad$ , y la linea,  $ad$ , fuera el corriente que tuuiera la agua si vinera por tierra llana. Pues hanse de fabricar las torres, que puestas en los lugares convenientes toquen con lo alto dellas en la linea,  $ad$ . Si del nacimiento del agua, que es el punto,  $a$ , se viera el manadero, puesta una regla en el punto,  $a$ , de suerte que echando la vista por la regla, y viendo el manadero,  $d$ , que las torres se auian de levantar, hasta que la vista que

I

passa

## Instrumentos de

passa por la regla tocasse en lo alto del edificio, pero no auiendo lugar esto, se procederà de otra manera, para que el edificio de las torres no exceda de la linea,  $a d$ , ni quede mas baxo, lo qual se hara como se sigue.

Medida la altura del punto,  $a$ , con el cuadrado (como està dicho) se conocen los lados del triangulo,  $abg$ : y de la misma manera los lados del triangulo,  $d fc$ : y tambien se conoce la distancia,  $gf$ . Pues està conocida la altura,  $df$ , se reste de,  $ag$ , y quedará conocida,  $dh$ . En el triangulo,  $bda$ , estan conocidos los lados,  $dh$ ,  $ab$ , con el angulo recto,  $dha$ : luego conoceremos el lado,  $da$ , que pongamos es, 300 pies de los que,  $dh$ , eran 200. y de los que,  $ag$ , 1000. Y tambien conoceremos el angulo,  $dab$ , en el triangulo,  $abg$ : tambien se conocera el angulo  $bag$ , pues se conocieron sus lados. Pues restado los angulos,  $bag$ ,  $dab$ , del angulo recto,  $gab$ , quedará conocido el angulo,  $Kal$ . Pongo que quiero que la primera torre venga a dar lo alto della en la linea,  $ad$ , a los 300. pies del punto,  $a$ : tirese,  $lK$ , por un lado de la torre, y sea,  $al$ , 300. pies. En el lado,  $alK$ , està conocido el lado

lado,  $al$ , con los dos angulos,  $Kal$ ,  $aKl$ , porque el angulo,  $Kal$ , le acabamos de conocer: y el angulo,  $aKl$ , es ygual del angulo,  $gab$ , porque  $lK$ , lado de la torre, es paralelo de,  $ag$ : luego conocerse han los lados,  $lK$ ,  $aK$ . Pues midanse los pies que tiene el lado,  $aK$ , comenzado del punto,  $a$ ; lo qual se podra hazer con el nivel que atras enseñamos, y donde feneciere el numero, alli se pondra la primera torre, y ha de ser tan alta como se hallò q̄ tenia pies el lado,  $Kl$ . Desta manera se podra medir la altura de las demas torres, y los lugares donde se tienen de fundar, que esto ha de quedar a la discrecion del Artifice. Pues viniendo la agua de su nacimiento por el caño,  $aK$ , se tiene de encaminar por la torre arriba, hasta lo alto della, y allí ha de manar en su pila, y tornarse a baxar por el otro caño, que estará mas baxo que el manadero, como dos dedos: y tornará a subir por el caño,  $ut$ , de la segunda torre, y baxará como en la primera, y desta suerte se irá llevando de torre en torre, hasta llegar al manadero.

Es de advertir, que si el nacimiento de la

# Instrumentos de

agua excediere en mas altura al manadero, que quepa mas de un pie de corriente a cada cien pies, que segun el demas excesso se pueden abaxar las torres que están junto a lo mas hondo del valle. Como en este exemplo que aue- mos puesto, el nacimiento de la agua está mas alto que el manadero, 200 pies, y la linea, *da*, era 1300. pies, pongamos que la segunda torre *ut*, estava apartada del punto, *a*, 500. pies: lue- go quedaran del punto, *t*, al manadero, 800. Segun Vitruvio se le da a cada 100. pies medio pie de corriente: pero porque en semejante edi- ficio se le puede dar un pie a cada cien pies, lue- go para los 400. pies de camino, tiene menester quatro pies de corriente. Esto assi entendido, se mida la torre, *bt*, como está dicho: y en esta al- tura se tome la altura de, *fd*, con mas quatro pies, que el camino que ay del punto, *t*, al ma- nadero, *d*, tiene necesidad de corriente, y assi sera la corriente de la agua como muestra la li- nea, *dq*: y desta suerte la torre, *ut*, vendra a ser mas baxa la cantidad, *qt*, y la torre, *op*, sera tambien mas baxa.

Hazense estas torres para quebrantar la  
fuerça

fuerça de la agua, que diximos que era la causa de rebentar la cañeria, porque claro està que el camino,  $abcd$ , que es mas largo que el camino,  $aut$ , y assi hara mas fuerça la agua que està en la cañeria,  $abcd$ , que no la que està en  $aut$ . Tambien el camino,  $abcd$ , es mas largo que el camino,  $nbcop$ : por lo qual la agua que està en los caños,  $nbcop$ , no hara tanta fuerça como la que està en los caños,  $abcd$ .

Tambien se quebrantarà mucho la fuerça de la agua, si en las torres,  $ut$ ,  $op$ , se subiere y baxare la agua por dos caños, principalmente si es mucha la cantidad de la agua. Tambien es de advertir, que el hueco de los caños no sea mayor de lo que es necesario para caber la agua holgadamente. Lo que toca a la fabricacion del edificio, queda a la discrecion del Artifice, la qual se hara segun se viere que tiene necesidad la fuerça y carga de la agua.

### Siguiese el tercero caso.

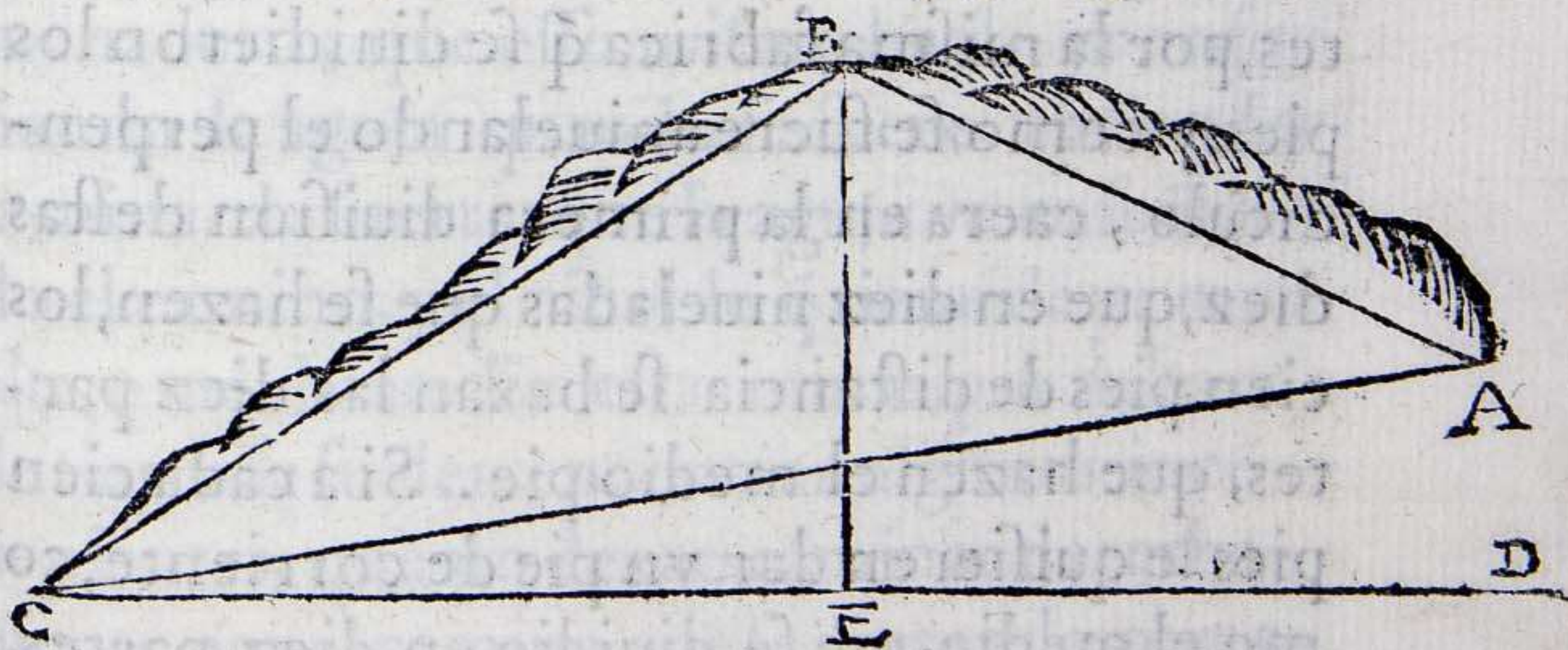
EL Tercero caso es, quando el nacimiento de la agua està en parte de donde para

## Instrumentos de

venir al manadero tiene de passar alguna cuesta, como si fuesse el Orizonte,  $C D$ , y el nacimiento de la agua fuesse en el punto,  $A$ , y se pretendiesse llevar al punto,  $C$ , y entre el nacimiento, y el manadero estuuiesse la cuesta,  $A B C$ . En tal caso, con el quadrado que se puso al principio del punto,  $A$ , se tome la altura del punto,  $B$ , que es lo mas alto de la cuesta. Tambien se tome la altura del mismo punto,  $B$ , desde el punto,  $C$ : y si esta fuere mayor que la que se tomò del punto  $A$ , la agua podra venir a manar al punto,  $C$ . Sabido que el nacimiento de la agua està mas alto que el manadero, se procure saber la distancia que ay entre el vno y el otro, que se fera la linea,  $A C$ . Esta distancia se medirà imaginando la perpendicular,  $B E$ , que haze los triangulos,  $A B E$ ,  $C B E$ , que mediante el quadrado se sabran los lados de los dichos triangulos, como en el vso y demostracion del dicho quadrado se dixo. Pues conocidos los lados,  $E A$ ,  $E C$ , se conoce toda la distancia,  $A C$ . Estando conocido el excessò que la altura que se tomò del punto,  $c$ , excede a la  
altura



altura que se tomò del punto, A, se cono-  
 cerà que tanto del excesso cabe a cada  
 cien pies de distancia de la linea, CA, que  
 si fuere medio pie, sera señal que la agua  
 podra correr y venir al manadero, c. En-  
 tendido que ay corriente bastante, es ne-  
 cessario que se haga vna mina en la cues-  
 ta, B, la qual hade yr encaminada segùn mues-  
 tra la linea, CA. Esta mina se tiene de ani-  
 uelar segun la inclinacion que tiene la linea  
 CA, sobre el Orizonte, CD, la qual inclina-  
 cion se conoce por las alturas que se tomarõ  
 de los puntos, A, C, que es el excesso que au-  
 mos dicho excede la vna a la otra: la qual  
 aniuelacion se podra hazer con el niuel  
 que al principio enseñamos: y porque en



esta

## Instrumentos de

esta aniuclacion no aya engaño, dire como se tiene de proceder.

Ha se dicho, que Vitruuio a cada cien pies de distancia da medio pie de corriente, pues para que en el niuel se señalen los puntos q̄ son menester, para que a cada cien pies no se dè mas de medio pie, se hara afsi. Pongo que las puntas de los braços del niuel, dista la vna de la otra diez pies, y segun esta distancia se señalaron en la trauieffa del niuel (segun la fabrica que auemos enseñado) los pies, y medios pies: luego en diez niueles se tomarian cien pies de distancia, y en todos diez se tiene de baxar medio pie: por lo qual el primero medio pie que està en la trauieffa del niuel, se tiene de diuidir en diez partes, por la misma fabrica q̄ se diuidieron los pies: y como se fuere aniuclando el perpendicular, caera en la primera diuision destas diez, que en diez niueladas que se hazen, los cien pies de distancia se baxan las diez partes, que hazen el medio pie. Si a cada cien pies le quisieren dar vn pie de corriente, como el medio pie se diuidio en diez partes, se di-

se diuidirà el pie entero: y si dos pies le diere-  
ren de corriente a cada cien pies, se diuidi-  
ran los dos pies en diez partes, y se ani-  
uelará segun queda dicho del medio pie. Es  
necessario tener muy gran cuydado, así en  
la fabrica del niuel, como en estas diuisio-  
nes, y medir la distãcia entre el nacimiento de  
la agua, y el manadero; y el excesso de la altu-  
ra entre el vno y el otro, para saber que tan-  
to del excesso le cabe a cada cien pies de dis-  
tancia, para que se le pueda dar el corriente  
que le cabe.

Lo que conuiene considerar para auer de  
hazer la mina, es, mirar por encima de tie-  
rra, mediante vna aguja de nauegar, el ca-  
mino que va del nacimiento de la agua al  
manadero, que esse mismo ha de yr ense-  
ñando la aguja quando se fuere abriendo  
la mina: de suerte, que la aguja va enseñan-  
do el camino, y el niuel lo q̄ tiene de yr mas  
alta, o mas baxa. En estas minas, por debaxo  
de tierra se suelen encontrar algunos incõ-  
uenientes, que no dexan caminar derecha-  
mente por el camino que se pretende, como

K

son

## Instrumentos de

fon peñas, y agua: lo q̄ toca a las peñas, puede defuiar dellas, y tener cuenta mediante la aguja, a que parte se defuian, y que tanto camino, para que en passando las peñas, mediante la mesma aguja, sepan boluer al primero camino, como hazen los Pilotos quando van nauegando, y topan islas, o bajos que les hazen torcer el camino. Quando en la mina se topa con agua, y es mucha, el remedio que tiene es, que la mina se comience de abrir por la parte del manadero, porque como se va subiendo con la mina, puede hazer vna çanja por donde defague. Si la tierra fuere de manera que parezca que no se puede sustentar, se vaya fortificando la mina, afsi para seguridad de los q̄ van trabajando, como para euitar mucho gasto, si a caso se hundieffe. Otros inconuenientes puede auer, la presente ocasion les enseñará el remedio. Si la mina se començare por la parte del manadero, el perpendicular ha de caer a la parte de la pierna del niuel que queda detras.

Quarto

## Quarto Caso.

**E**L Quarto caso es, quando el nacimiento de la agua, y el manadero estan en tierra llana, y que la diferencia de la altura del vno al otro, es muy poca. Quando esto aconteciere, es dificultoso de aniuelar el camino, y assi es necessario que el niuel sea la misma agua, conocido primero, que el nacimiento de la agua està mas alto que el manadero: lo qual se hara con el niuel que se ha enseñado, procurando se haga la aniuelacion con mucho cuydado, y no se tiene de començar el edificio, hasta que el artifice estè muy enterado, que la agua tiene corriente. Esto assi conocido, al rededor del nacimiento de la agua se hara vna çāja, y no muy honda, porq̄ suele acõter, si se ahõdasse mucho, perderse la agua. Esta çanja tēdra seys pies en quadrado, por la parte interior, sera de piedra quadrada muy bien ajustada: y con su betun por las junturas, porque no se pueda salir la agua.

## Instrumentos de

El agugero por donde ha de salir la agua estará alto del suelo ocho pies, o mas, o menos, segun que el nacimiento del agua estuviere, respeto de algunas cuevas cercanas al tal nacimiento, y en la forma que tiene el manar del agua. Pues ha se de considerar, que si ay cerca del nacimiento de la agua cuevas altas, y que la agua mana para arriba, se puede levantar la agua del suelo, ocho, y doze pies: y segun la fuerza con que manare, se le puede dar esta altura: y de alli comenzará la cañeria, bolviendo al suelo; de donde comenzará la cañeria de caminar a nivel del Orizonte: y a tiro de ballesta se hara vna arca, por la qual se subira la cañeria, de manera, que echando la agua venga a nivelarse con la del nacimiento: y no esté mas baxo el manadero en el arca, de quanto baste para poder manar la agua que viene del nacimiento: y este es el mejor nivel de todos los que se pueden hallar, porque cõ qualquiera nivel que sea, por muy justificadamente que se quiera anivelar, quando la corriente es poca, se puede errar, y darle mas corriente de la

la que es menester. En lo alto de la arca dō-  
de mana la agua, se hara vna pila en q̄ cayga  
la agua, y el caño por donde ha de tornar a  
baxar, se pondra quanto dos dedos mas ba-  
xo, y de alli caminara por su cañeria, hasta  
otra arca, q̄ estè en la misma distancia q̄ esta  
dista de la del nacimiento de la agua. Desta  
fuerte, y con la misma industria, se haran las  
demas arcas, hasta llegar al manadero: quã-  
to mas espeffas estuuieren estas arcas es me-  
jor, afsi para facilitar la corriente de la agua,  
como para adereçar la cañeria, si alguna vez  
se rompiere: y tambien para limpiarla, que  
la suziedad suele ser causa de romper el edi-  
ficio. Teniendo las arcas espeffas, es causa de  
que la agua se aniuete con facilidad, por ser  
poco el peso de la agua de la vna arca a la  
otra; y tambien el viento, que quãdo el tre-  
cho es muy largo, sin tener respiracion, es  
causa de detenerse la agua, y juntãdose vnas  
con otras causas, de necesidad ha de reben-  
tar la cañeria. Por lo qual importa euitar  
todos los inconuenientes que pueden ser  
causa de impedir la corriente, principal-

## Instrumentos de

mente donde tuuiere dificultad.

Si la corriente de la agua fuesse muy poca, o que no tuuiesse ninguna, se seguira la orden que en este caso auemos puesto: y quando viniendo encañando con sus arcas, y aniuelando la agua (como està dicho) acõteciere que los caños manaderos de las arcas vienen a apegar con la tierra, se ahondarà la çanja, de fuerte que se pueda proseguir la cañeria: y quando se llegare adonde ha de ser el manadero principal, en aquel lugar se hara vna caua al rededor, la qual sea capaz donde se pueda poner la pila del manadero, y a la redonda se puedan poner gradas por donde se baxe a coger la agua. Con la altura que se grangeò en el nacimiento de la agua, y con esta caua que se hizo en el manadero, aunque el nacimiento de la agua estuuiesse mas baxo que el manadero, diez pies, podra muy bien la agua venir al manadero, con que la distancia entre el vno y el otro lugar no fuesse muy grande. Es de advertir, que antes que se eche la agua para aniuelarla, como auemos dicho, se dexefecar.



secar la cañeria, porque estando el edificio fresco podria rebentar, y así se yrà trabajando con mucha paciencia, que en las cosas que ay dificultad es bien menester.

### Quinto Caso.

**O**Tro quinto caso se podria ofrecer, y es, quando la agua mana en parte muy baxa, y se quiere subir a alguna parte alta: en este caso es necesario de algùn artificio para que aya efeto lo que se pretende; porque naturalmente la agua no puede subir de parte baxa a la parte alta. Esta agua, o es manantial, o algun rio corriente, o pozo, o laguna; de qualquiera manera que sea, es menester vsar de alguna machina. Los antiguos para este efeto imaginaron algunas machinas, como son, norias de diferentes fuertes, bombas, azudas, cocleas, y la tesibica que pone Vitruuio, la qual dize que sube la agua muy alto, pero espoca y con mucha violencia. En esta machina se juntan las dos cosas que suben la agua en alto, que son  
expul.

## Instrumentos de

expulsion, y atracion: y la expulsion es mas violenta que no la atracion; y como en la tefibica la expulsion sea la que haze mas efeto, a esta causa es muy violenta. En estos tiempos Iuanelo Turriano, inuentò vn ingenio con que se sube la agua del rio Tajo al Alcaçar de Toledo, que ay vna muy gran cuesta. La machina tiene ingenio, pero es muy violenta, y de poca vtilidad, y afsi continuamente es necessario adereçalla. En la segunda parte de nuestro libro de Mecanicas, en la Machina 20. se trata deste caso, y enseñamos vna machina, con la qual se podra subir la agua altissimamente, y gran copia con mucha suauidad: dado que aya agua de rio corriente, o alguna fuente de mucha cantidad de agua, tambien se podria mouer la machina con vna bestia. No pongo aqui esta machina, por tenerla puesta donde digo, y otras causas que a ello me mueuen. Hallandome mas desocupado se imprimira esta, y otras machinas q̄ para los vfos ordinarios de la republica seran de importancia, y aun para algunos extraordinarios: y sera  
motiuo

motiuo para que los Españoles traten con mas cuydado las cosas de ingenieria que hasta aqui.

Acerca deste quinto caso auia que dezir vn gran secreto, pero por aora se quedará por algunos respetos, con el qual se puede subir la agua que manare en parte baxa, a otra mas alta.

*C A P. XVIII. En que se trata de la materia necessaria, assi para los caños, como de las demas cosas tocantes al edificio de lo que se ha tratado.*

**A** VEMOS Dicho hasta aqui, de las diferencias y casos que se pueden ofrecer, acerca de la condició de las aguas, fera bien digamos de la materia de los caños, y de las demas cosas pertenecientes al edificio de la cañeria.

De ordinario los caños se hazé de barro cozido, en algunas ocasiones los hazen de plomo, y de estaño, de piedra, y otros de madera: pero entre todos, los de barro son los

L mejores,

## Instrumentos de

mejores, porque los de plomo, y estaño, allende que la agua toma dellos alguna mala calidad, rebientã con facilidad, y se gastan y no son durables. Los de piedra tambien rebientan a causa que los humedece la agua, y crian mucha broma: los de madera son de poca dura, y crian mucha broma, porque se les pega en la pelusa de la madera. De brõze se suelen hazer caños para donde la agua haze algũ codo, y dõde la agua haze fuerça, y en los manaderos, y para la resistẽcia de la fuerça de la agua son buenos: mas entre todos, los de barro son los mejores: han de ser vedriados por dentro, y q̃ tengã dos dedos por lo menos de grueso, pie y medio de largo, hechos a macho y hẽbra. El hueco se hara conforme la cãtidad de la agua, de suerte que quepa por el descansadamente. Estos caños se tienẽ de juntar con vn culaque, que se haze de cal y azeyte, y si el azeyte fuere de linaza sera mejor, y estopas picadas: todo ello ha de ser muy bien massado y batido. El asiento destos caños por la çanja, sera sobre texas, vnas en baxo, y otras encima, de fuerte

fuerte que la vna pegue con la otra, aplicadas con su cal y arena: y estas texas cargarán sobre piedra, o ladrillo, assentada con cal y arena, así por la parte de arriba como por la de abaxo, y los lados. Todo esto se hara con la fortificacion que fuere necessaria para la resistencia de la agua.

Suele acontecer, que en el camino por donde va la cañeria auer pantanos, entonces se llevará el edificio por encima de tierra, sobre arcos, q̄ por baxo no sera durable. Lo mismo se hara si huuiere de passar algũ rio. Otros algunos inconueniētes se podriã ofrecer, los quales el artifice ha de considerar muy bien antes que se ponga en execucion la obra.

*CAP. XIX. Que trata como se tiene de dar la sangria a los pozos manantiales.*

**S**UELE Auer algunos pozos manantiales, lo qual se conoce, quando en vn pozo no se cessasse de sacar agua en vn dia, y que a la noche llegasse

## Instrumentos de

la agua en el lugar donde estaua a la mañana quando se començo a facar, entonces se puede dezir que el tal pozo es manantial. Si este pozo estuuiere en parte alta, de fuerte que donde se le da la sangria pueda tener la agua corriente, se podra hazer, de otra manera no. Pues pongamos que ay disposicion de que se le puede dar sangria, entonces se vera que tantos pies ay de la superficie de la tierra, hasta donde llega la agua, y tomese el niuel que auemos enseñado: y desde el mismo pozo se vayan tomando niueles, hasta que ayan baxado tantos pies como distaua la agua de la superficie de la tierra, y quatro, o seys pies mas: y desde aquel punto donde llegaron los niueles, se començará a abrir la çanja, la qual se yra aniuelando de tal fuerte, que quando llegaren al pozo, no le ayan dado mas de tres pies de corriente. Es cosa clara, que si el manantial del pozo tenia virtud, y fuerça para llegar a vn cierto punto, y no baxar de alli, sacando continuamente la agua por la boca, que tambiẽ tendra virtud de salir por la çanja, que llega  
mas

mas baxo de aquel tal punto. Pues comenzando a correr la agua por la çanja, lo dexaràn estar afsi algunos dias, hasta ver si es durable, y conociendo que es afsi, se encañarà como esta dicho. Algunos han dado la fangria a los pozos, haziendo la çanja de manera, que vinièsse a dar al suelo del pozo, y despues de auer gastado mucho dinero, y trabajo, perderse la agua, como acontecio en Lisboa, que dieron desta manera vna fangria a vn pozo, y despues de auer gastado cien mil ducados en ella, se les ha perdido la agua. Yo les aduerti de lo que aqui he dicho, y si yuan por aquel camino que perderian la agua: respondieron, que no querian parecer de Castellano.

(?)

L 3

CAP.

# Instrumentos de



*CAPITULO XX. EN QUE SE  
pone una question que anda entre Artilleros,  
sobre en que elevacion tira mas la pie-  
ca de artilleria.*



A Artilleria con justo titulo se puede llamar Machina de las Machinas, y aunque es tan comun a todas las naciones del mundo, pero por ser en Europa la inuenciõ tan moderna, y auerla tratado gentes que no son Matematicos, ni muy Filósofos, aun no està bien adelgazada esta materia, digo, en saber de rayz el fundamento desta Machina, que en quanto al vsar della, y su fabrica, ay muy diestros artifices. Pues bien considerada la fabrica de la artilleria, se puede diuidir en tres partes principales. La primera, es la preparacion de la materia que es necessaria para la execucion della, como es  
la



la tierra para hazer las formas, y moldes; la qual se tiene de conocer qual sea mas a proposito, para que los moldes reciban mejor el metal, y sufran el fuego al recozerlos, que no hagan hendeduras. Demas desto, se tiene de aparejar el metal, y si fuere viejo, mirar que no tenga mas liga de la que es menester. Tambien se tiene de conocer, que piedras seran buenas para el horno, porque con el mucho fuego no se derritan. Tambien se tiene de aparejar madera para los carros, herrage, poleas, roldanas, trocleas, y cuerdas; tornos, y leña, y otras cosas: y todo ello que sea conueniente para semejante fabrica. De manera que esta primera parte, toda consiste en la materia.

La segunda parte, toda consiste en proporcion, y medida, porque en ella se trata de la forma que han de tener las piezas de artilleria, que toda consiste en saber darles la medida que se requiere a cada cañon, en su genero: porque vnos es necessario que sean largos, otros cortos, otros medianos; vnos mas reforçados que otros: y es necesario

sario

## Instrumentos de

fario conocer todas estas proporciones, por que importa mucho, assi para que hagan buen efeto, como para q̄ no se gaste el metal, ni el tiempo, quando no es menester. Tambien al horno de reberuero se le tiene de dar su medida, para que el fuego haga mejor efeto, en fundir el metal cō mas brevedad, y que la hechura sea tan acomodada, que no sea embaraçosa al manejar de los moldes, y sacar las piezas despues de hundidas. Tambien se tiene de hazer vn ingenio para dar el barrenos a los cañones, de suerte que se auentaje tiempo y trabajo. Demas desto, se tiene de tener vna medida para hazer las cucharas para la poluora, para saber las libras que cada cucharada echa en la pieza, porque no se cargue mas ni menos de lo que tiene menester el cañon: y destas cucharas, ha de auer mayores y menores. Tambien se tiene de saber hazer otra medida, que los Artilleros llaman Calibo, que sirve para medir las libras de hierro, o piedra que puede tirar el cañon. Tambien se tienen de hazer los

carros

carros, y quareñas, con medida y proporcion, segun la pieza que se tiene de poner en ellos. Demas desto, se tienen de hazer otros ingenios para facilitar el manjar de las piezas, así para ponerlas en sus carros, como para marchar con ellas. Los materiales de la poluora, tambien se tienen de proporcionar para que hagan mejor efeto, y hazer los ingenios para molerla.

La tercera parte, que es tratar del vso de la artilleria, consiste todo en Física, y en Matematica, y desta trataremos aqui alguna cosa. Si de las primeras dos partes se huuiera de tratar, fuera hazer muy grã volumẽ, por tanto las dexaremos para tratar dellas muy en particular, donde se pondran en dibuxo las figuras de todos los instrumentos que para semejante fabrica son necessarios, con la declaracion, y vso dellos. Ansimismo, la medida y proporcion que han de tener cada genero de pieza. Iuntamente se pondrá muchos ingenios, y aduertencias, para conducir la artilleria de vnas partes a otras, que todo seruira para facilitar carga tan pesada

M

como

## Instrumentos de

como es la artilleria. Pues queriendo tratar del vso de la artilleria, lo primero se auia de dezir el intento para que se hizo, pero esto estan manifiesto, que no ay para que gastar tiempo en esso, sino mostrar en que disposicion se tienen de poner las piezas para que hagan mayor efeto, que estoda la intencion y fin para que se hizo la artilleria: y aunque ay muchos Artilleros que por experiencia tienen conocimiento, en que eleuacion haze mayor efeto, o alcança mas, pero no sabē la razon desto. Pues para que en todo sean mas diestros, y no ignoren la causa porque en vna eleuacion haze mayor efeto que en otra, y la variedad que puede auer en esto, disputaremos vn poco este punto.

Quanto a lo primero, es de saber, que en echar de si la pieza la bala, ay dos cōtrarios; el vno es el impelente, el otro es el resistēte: el impelente, es la fuerça de la poluora: y el resistente, es la grauedad de la bala. Como la poluora està apretada, y comprimida en forma de tierra, y està recogida en poco lugar, y en vn subito se conuierte en fuego, por la

omo M natu-

naturaleza inflamable que tiene, y passando de aquella materia de forma de tierra en forma de fuego, tiene necesidad de mil vezes mas lugar del q̄ tiene en el cañõ, y como vaya a buscar este lugar tã repentinamẽte, lleva con grã impetu, y va impeliendo la bala q̄ tiene delãte, y la escupe fuera de la pieça, al modo como quãdo cõ vn maço se da vn gran golpe en vna pelota. El resistente es la bala, q̄ como sea cosa graue, y su naturaleza sea cargar para el centro, va resistiendo al impulso del viento. Pues esto asì entẽdido, es necessario considerar la proporcion que tiene el impelente, cõ el resistente, porque segun esta proporcion, se entenderà quãdo, y en que tiempo haze mayor efeto la artilleria: y para que esto se entienda mejor, pongamos la pieça en diferentes eleuaciones.

Sea la pieça de artilleria,  $AB$ , la qual se pongalo primero, equidistante al Orizonte  $XZ$ , despues se põga en eleuaciõ de quinze grados, como muestra el angulo,  $EDF$ : y el Orizonte sea,  $DFG$ . Demas desto, sea otra postura de vn angulo de treynta grados,

## Instrumentos de

grados, como el angulo,  $KHL$ , y el Orizõte,  $HLM$ . Tambien pongamos sobre el Orizõte,  $NQP$ , que la peça haze el angulo,  $ONQ$ , de quarenta y cinco grados. Ultimamente, pongamos que sobre el Orizõte,  $RTV$ , q̄ la peça haze el angulo,  $SR T$ , de sesenta grados. Puesta la peça en estas elevaciones, demostremos por qual dellas tirará mas distancia, y hara mayor efeto: lo qual se demostrará, juntando las razones Físicas con las demostraciones Matematicas. Para que esto se entienda mejor, es necesario q̄ se ponga este principio.

*Entretanto que la fuerça del impelente fuere mayor que la del resistente, en tanta proporcion que digamos, que la del resistente no es sensible, comparada con la del impelente, entonces el resistente sera llevado del impelente por linea recta, si por ella fuere guiado del impelente.*

Esto es cosa muy clara, porque no siendo sensible la fuerça del resistente con la del impelente, se puede considerar que no le haze ningun estoruo, para caminar por el camino

camino que fuere guiado, como si vn cauallito corrieffe lleuando sobre si vna mosca, no sentiria mas embaraço para su carrera, correr con ella encima de si, que sin ella, por no ser sensible cosa la mosca, respeto de la fuerça del cauallo: pero si la fuerça del resistente tuuiere proporcion sensible con la del impelente, entonces el impelente, aunque lleue adelante al resistente, pero no sera por linea recta. Si la potencia del resistente se inclinare a otra parte, como si vn hombre impelieffe a otro para le lleuar por linea recta, y el que se resiste, aunque no tuuiesse tanta fuerça como el que le impele, hizieffe fuerça para vn lado, claro està que siendo sensible la fuerça del que se resiste a la del que le impele, que no se dexaria lleuar por linea recta.

Pues auemos dicho, que no siendo la potencia del resistente sensible con la del impelente, caminarà el resistente por linea recta: pues siendo el viento que se engendra de la poluora, mediante la inflamacion que en ella se haze, el impelente, y la grauedad

## Instrumentos de

de la bala el resistente, es tanto mas la potencia del viento al principio de la inflamaciõ, que no la del resistente, que por cierto espacio de tiempo, no es sensible la grauedad de la bala, para que la fuerza del viento dexede llevarla por linea recta. Este espacio que dura de caminar por linea recta, no es comensurable al ingenio del hombre, ni se puede dar regla para le medir, folamente se tiene por experiencia, poco mas o menos, lo que puede durar, por las pũterias que se hazen: y esto conocido, primero la fuerza de la poluora, y calidad de la pieça con que se tira, junto con el tiempo, si es humedo, o seco.

Antes que vengamos a demostrar lo que pretendemos, se pondra la siguiente proposicion, la qual demostraremos adelante.

*La potencia que tirare, o hiziere fuerza por el angulo que mas se llegare al recto, sera mas graue, y hara mayor efeto.*

Pues entendido lo que se ha dicho, pongamos lo primero, que la pieça se pone equidistante al Orizonte, como, A B, y que la potencia



potencia de la poluora lleuò la bala por linea recta, hasta el punto, C, que entonces la potencia de la grauedad de bala començo a ser sensible, con la potencia del impulso de la poluora: y como la potècia de la grauedad de la bala, segun su naturaleza, sea baxar para el centro del mundo, hara su fuerça por la linea, C Y, que cae perpendicular sobre el Orizonte, y sobre la linea, B C, y si el impulso que hizo la poluora cessara quando la bala llegò al punto, C, desde alli baxara por la linea recta, C Y: pero como toda via el impulso de la poluora la va impeliendo, aunque no con tanta fuerça, la potencia de la grauedad de la bala va tirando para el centro: y como el impulso va menguando, la grauedad de la bala va haziendo mas efeto contra el impelente; de suerte, que el vno va procurando de lleuar la bala delante, y el otro con su grauedad quiere baxarse por linea recta, para el centro del mundo, y encontrados estos dos mouimientos, despues que passa la bala del punto, C, como va lleuando de vencida la grauedad de la bala, a la potècia

cia

# Instrumentos de

cia del impulso de la poluora, viene a hazer el camino de la bala, hasta que llega al Orizonte la linea curua, C Z. Es de advertir, que quanto la bala estuviere mas cercana del punto, C, quando va cayendo hara mas coruada la linea, C Z, junto al punto, C, por razon que el impulso està con mas fuerça, y quanto mas se va apartando del punto, C, haze la coruacion mas derecha: y tãto se podria apartar la bala del punto, C, antes que cayesse en el Orizonte, que el impulso de la poluora se acabasse; y entonces la bala, como no tenia quien la impeliesse para adelante, se vendria por linea recta, hasta llegar al Orizonte.

Esto que auemos dicho, estando la pieça equidistante al Orizonte, se tiene de entender en qualquiera eleuacion que se ponga, y es, que siempre la bala caminarà por linea recta, hasta tanto que la potencia de la gravedad de la bala sea sensible, con la potencia del impulso de la poluora. Aora es de saber en que eleuacion dura mas la potēcia del impulso de la poluora, para caminar por  
 linea

linea recta, lo qualsera donde menos resistencia huuiere de parte de la grauedad de la bala. Para entender donde haze mas resistencia la grauedad de la bala, es necessario traer a la memoria la propoficion de atras, la qual prouaremos adelante, que quando vna potencia tirare por angulo recto, haze mas fuerça que por otro ninguno: y quanto mas se llegare al angulo recto por donde se haze la fuerça, tanto mas efeto haze la potencia.

Pues supuesto esto, quando la pieça està equidistante al Orizonte, entonces la grauedad de la bala haze su fuerça contra el impulso de la poluora, por angulo recto, como parece en la pieça, *A B*, que el impulso de la poluora lleva la bala por la linea recta *B C*, que es equidistante al Orizonte, y la grauedad de la bala, naturalmente quiere caer perpendicular sobre el Orizonte, como muestra la linea, *C Y*: y por ser la linea recta por donde camina la bala, equidistante al Orizonte, la linea, *C Y*, hara tambien angulo recto con, *B C*; y desde que la bala

N      fale

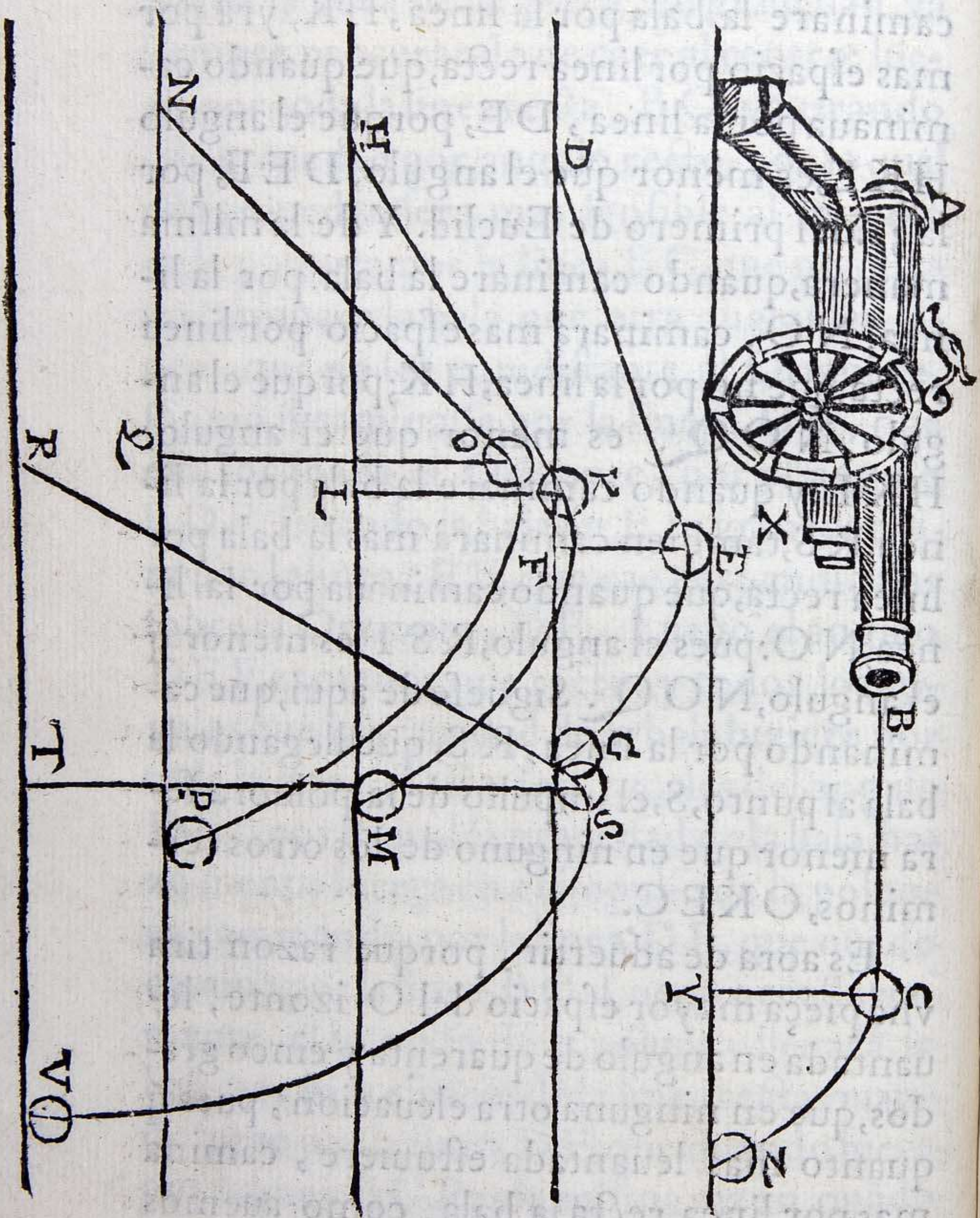
## Instrumentos de

sale de la boca de la pieza, su grauedad va siempre procurando de caer al centro: luego por toda la linea recta,  $BC$ , va tirando esta grauedad por angulo recto, por lo qual esta grauedad sera mas sensible al impulso de la poluora, por la linea,  $BC$ , que no quando caminare la bala por otra qualquier linea, que no sea equidistante al Orizonte. Como si caminasse por la linea,  $DE$ , que esta inclinada al Orizonte, por el angulo  $EDF$ . Estando la bala en,  $E$ , su grauedad tira por la linea,  $EF$ , que cae perpendicular sobre el Orizonte,  $DF$ . Luego el angulo  $DEF$ , es menor que recto, y todos los angulos que la grauedad de la bala hiziere por toda la linea,  $DE$ , son yguales del angulo  $DEF$ ; por lo qual la grauedad de la bala, haze menos fuerza en el impulso de la poluora, caminando por la linea,  $DE$ , que quando camina por la linea,  $BC$ . Luego necessariamente, el impulso de la poluora llevara la bala por mas espacio de la linea recta, quando fuere por la linea,  $DE$ , que quando fuere por la linea,  $BC$ . Por la misma razon, quando cami-

caminare la bala por la linea,  $HK$ , yrà por  
 mas espacio por linea recta, que quando ca-  
 minaua por la linea,  $DE$ , porque el angulo  
 $HKL$ , es menor que el angulo,  $DEF$ , por  
 la 32. del primero de Euclid. Y de la misma  
 manera, quando caminare la bala por la li-  
 nea,  $NO$ , caminarà mas espacio por linea  
 recta, que no por la linea,  $HK$ ; porque el an-  
 gulo,  $NOQ$ , es menor que el angulo,  
 $HKL$ : y quando caminare la bala por la li-  
 nea,  $RS$ , tambien caminarà mas la bala por  
 linea recta, que quando caminaua por la li-  
 nea,  $NO$ : pues el angulo,  $RST$ , es menor q̃  
 el angulo,  $NOQ$ . Siguese de aqui, que ca-  
 minando por la linea,  $RS$ , que llegando la  
 bala al punto,  $S$ , el impulso de la poluora fe-  
 ra menor que en ninguno de los otros ter-  
 minos,  $OKEC$ .

Es aora de advertir, porque razon tira  
 vna pieça mayor espacio del Orizonte, le-  
 uantada en angulo de quarenta y cinco gra-  
 dos, que en ninguna otra eleuacion, pues q̃  
 quanto mas leuantada estuuiere, camina  
 mas por linea recta la bala, como auemos

# Instrumentos de



demostrado. La razon desto es, que despues que la bala llegò al termino que caminò por linea recta, buelue baxando al Orizonte, haziendo vna linea curua, y esta curuacion desta linea, no estanta quando tuuiere menos inclinacion la linea recta, por donde camina la bala. Porque caminando la bala por la linea, B C, aunque es verdad que no va tanto espacio por linea recta, como por otra eleuacion: pero el impulso de la poluora dura mas, y aunque comienza de baxar la bala, como la van impeliendo con mayor fuerça que no quando comienza a baxar de otra eleuacion, allegase mas este arco por donde baxa, a la linea recta, que no quando la bala caminò mayor espacio de la linea recta, porque el impulso que la poluora hizo en la bala, siempre va menguando: y demas desto, por estar la pieça equidistante al Orizonte, la bala topa luego con el, a poco tiempo despues que començo a baxar. Pues segùn esto, el arco, E G, fera mas coruado que el arco, C Z: y el arco, K M, mas coruado que el arco, E G: y el arco, O P, mas coruado que

## Instrumentos de

el arco,  $K M$ : y el arco,  $S V$ , mas coruado que el arco,  $O P$ . Pues esto es así, porque tira mas largo trecho en eleuacion de quarenta y cinco grados, que en ninguna otra eleuacion? A esto digo, que porque la bala caminò mas por la linea,  $R S$ , que es eleuacion de sesenta grados, que por la linea recta,  $N O$ , que està en eleuacion de quarenta y cinco grados, el impulso de la poluora quedò con menos fuerça, y la grauedad de la bala siempre es la misma, y así començo a baxar con mas velocidad, porque no es compelida para adelante del impulso que le dio la poluora: y tanto se podria leuantar la pieza, que el impulso de la poluora se acabasse en el camino que haze por linea recta, y que desde allí se boluiesse la bala a caer, perpendicular al Horizonte: y quanto la pieza està mas leuãtada, la perpendicular que cae del estremo de la linea recta, toma menos espacio de Horizonte, y así tira menos en eleuacion de sesenta grados, que en eleuacion de quarẽta y cinco. Pues consideradas estas razones, el angulo de quarenta y cinco grados, es medio



medio entre la mayor y menor eleuacion, y afsi el impulso de la poluora que dio a la bala, aunque caminò mas por linea recta, q̄ en menos eleuaciõ, no quedò tan menguado que no hizieffe el arco de la baxada de la bala, mayor que los que se hazen en menos eleuacion, por estar mas leuantada la bala en el extremo de la linea recta, que no en las otras eleuaciones: y afsi tiene de alcãçar mayor parte de Orizonte, lo qual todo concuerda con la experiencia.

Esto se puede considerar muy biẽ, en los manaderos de las fuentes que tienen muchos agugeros en vna bola, que siendo todos yguales, los que estan en lo baxo de la bola, y equidistantes al Orizonte, alcançan menor distancia, y hazen menor arco que no los que estan mas leuantados, y hazen mayor angulo con el Orizonte, que estos alcançan mayor distancia, y al caer hazen mayor arco: y los agugeros desta bola que estan mas altos, y hazen mayor angulo con el Orizonte de quarenta y cinco grados, caẽ en la pila en menor distancia, y hazẽ el arco menor,

## Instrumentos de

menor, y mas coruado; y los que estan en lo alto de la bola, echã la agua de manera, que casi se buelue a caer al mismo lugar por dõde sale, y esto siendo los agugeros yguales, y la fuerça cõ que es compelida la agua vna misma. La fuerça con que es compelida esta agua, es la grauedad que tiene en el nacimiẽto, que està mas alto que el manadero, y haze lo que el impulso de la poluora. La grauedad de la agua que mana para lo alto, es el resistente, semejante al de la bala. Y asì se puede considerar, que los arcos que hazen las balas al caer, son semejantes a los que haze la agua q̃ sale por los agugeros de la bola, porque la razon es vna misma, en lo vno y en lo otro.

De lo que auemos dicho se puede colegir, quando la artilleria hara mayor efeto, estando menos, o mas leuantada; y esto es cosa bien clara, que quando la pieça estuuie-  
re equidistante al Orizonte, todo el tiempo que la bala caminare por linea recta, va con mas fuerça que no estando en qualquiera inclinacion. La razon es manifesta, porque  
el

el impulso que la poluora dio a la bala, en toda la linea recta va con la misma fuerza que en las demas eleuaciones, fiendo en vna misma distancia: y la pieça que està equidistante al Orizonte, hiere en angulos rectos al muro, que està perpendicular al Orizonte: y la que està leuantada al Orizonte, hiere al muro en angulo obliquo, que en Castellano se dize, al foslayo. Pues es cosa aueriguada, que si con vna misma potencia se diere vn golpe en angulo recto, y otro en angulo obliquo, que el golpe que se diere en angulo recto, hara mayor efeto que no el que se diere por angulo obliquo. Esto nos lo muestra bien claro la experiencia en los golpes de los martillos que dan los Canteros quando quieren romper vna piedra, que el golpe que dan al foslayo haze muy poco efeto, en quanto a romper lo que quieren. Luego la pieça de la artilleria, estando equidistante al Orizonte, hara mayor efeto que en ninguna otra eleuacion: y quanto mas inclinada estuuiere la pieça, tanto menos efeto hara en el muro, porque le hiere mas al foslayo.

O

Esto

## Instrumentos de

Esto se tiene de entender (como auemos dicho) en yqual distancia. Quando trataremos esta materia de la artilleria mas de proposito, se traeràn mas demostraciones acerca deste punto, y se mostraràn los errores que en esta parte dixo Nicolao Tartalia. Tambien se tiene por experiencia, que calentandose la pieça tira menos que quando està fria. La razon desto es, que quando està fria, el viento caliente se recoge mas, echando a huyr de su contrario el frio de la pieça, y como va recogido, hiere con mas fuerça en la bala, que quando està caliente; porque entonces dilatase aquel viento, y vase apagando por toda la pieça, que con el calor se haze porosa, y no haze tanta fuerça en la bala: y de aqui viene, que los artilleros quando se les va calentando la pieça, la van refrescando con vinagre, lo vno porque tire mas, lo otro porque no rebiente. Porque la causa de rebentar la pieça, suele ser escalentarse demasiado, lo vno, porque el metal de la artilleria por la liga que tiene de estaño, estàdo caliente es muy frangible y quebradizo:  
y lo

y lo otro, que da lugar que el viento caliente se le apegue con mas facilidad, y no teniendo tanta fuerza para expeler la bala de repente, se va haziendo mas raro aquel viento, y no cabiendo dentro el cañon, con la fuerza que haze es causa de rebentar la pieza, como quando tiene escarabajos, que deteniendose el viento en ellos, son causa de hazer rebētar la pieza. Y esto baste por aora en esta materia.

## Examen del Calibo de los Artilleros.

**S***VELEN* Traer los Artilleros una medida que llaman Calibo, en el qual traen señalados los diametros de las libras que pesan las balas de hierro, y piedra. Pues si se quisiere examinar si està bien hecho este instrumento, se bara assi: Tome se con un compas el diametro de una libra, y vease si el diametro de ocho libras es duplo del de una libra: y el diametro de diez y seys libras, ha de ser

# Instrumentos de

ser duplo del de dos libras : y el diametro de  
veynete y quatro, ha de ser duplo del diametro  
de tres libras: y el diametro de treynta y dos li-  
bras, ha de ser duplo del diametro de quatro: y  
el diametro de quarenta, ha de ser duplo del  
diametro de cinco libras: y el diametro de qua-  
renta y ocho, ha de ser duplo del diametro de  
seys libras: y el diametro de cincuenta y seys li-  
bras, ha de ser duplo del diametro de siete: y el  
diametro de sesenta y quatro, ha de ser duplo  
del diametro de ocho libras: y el diametro de  
setenta y dos, ha de ser duplo del diametro de  
nueue libras: y el diametro de ochenta, ha de ser  
duplo del diametro de diez libras. Si esto fuere  
assi, sera señal que el tal Calibo está bien me-  
dido, y si desto faltare sera falso. La demostra-  
cion desto es, que las esferas sean en triplica-  
da proporcion que sus diametros, como lo de-  
muestra Euclides en la proporcion 18. del duo-  
dezimo libro: y en la decima del quinto dize,  
que triplicada proporcion es, quando fueren  
quatro cãtidades proporcionales, q̄ es como fue-  
re la primera con la segunda, assi se ha la se-  
gunda con la tercera: y la tercera cõ la quarta,  
y enton-

y entonces la primera con la quarta tendra triplicada proporcion que tiene con la segunda. Pues entendido esto, entre una libra, y ocho libras, busquemos dos medias proporcionales, que seran dos, y quatro, porque como se ha uno con dos, assi dos con quatro: y como dos con quatro, assi quatro con ocho: pues aqui ay quatro cantidades en continua proporcion, por la proporcion citada; el uno con el ocho tendra triplicada proporcion que tiene con el dos, el uno con el dos es dupla: luego el diametro de ocho libras ha de ser duplo del de una libra, y desta suerte queda la Esfera de una libra, en triplicada proporcion con la de ocho libras. Lo mismo es, si entre dos libras, y diez y seys libras, buscaremos dos medias proporcionales, que seran quatro y ocho, y assi estas quatro cantidades se han en continua proporcion: luego el dos al diez y seys tiene triplicada proporcion que tiene al quatro, por lo qual el diametro de dos libras, se ha de aver con el diametro de diez y seys libras, como dos con quatro. Luego el diametro de la bala de diez y seys libras, ha de ser duplo del de dos libras, y en esta misma

O 3

propor-

# Instrumentos de

proporcion van todos los demas numeros que auemos dicho, que está señalados con sus letras, y con esto queda bien demostrado, ser bueno el examen del Calibo que auemos propuesto. Ni mas ni menos se puede hazer este examen con qualquiera otra proporcion, como si fuesse en tripla, entonces el diametro de la bala de 27. libras, sera tanto como tres diametros del diametro de una libra, porque entre 27. y uno, son medios proporcionales, nueue, y tres: pues uno con 27. tiene triplicada proporcion con tres. Luego como se ha 27. con nueue, assi se ha el diametro de la bala de 27. libras, con el diametro de una libra, que es en tripla: y de la misma manera, el diametro de la bala de 54. libras, es triplo del de la bala de dos libras: y el diametro de la bala de 81. libras, es triplo del diametro de la bala de tres libras: y si todo esto conuiniere en el Calibo, es señal que está bien hecho, puesto que las primeras libras

estén

64	N
60	M
55	
50	K
45	
40	H
35	
30	G
25	
20	F
15	
10	A
5	
	B



estén bien medidas, lo qual enseñaremos a hazer en otro lugar, assi por numeros como por cantidades continuas, que todo consiste en hallar dos medias proporcionales, entre dos cantidades dadas, aunque esto no se hara Geometricamente, en cantidades continuas: pero hazese Mechanicamente. En numeros es cosa facil, aunque no en todos. Es de advertir, que las balas de la artilleria son lo mismo que Esferas.

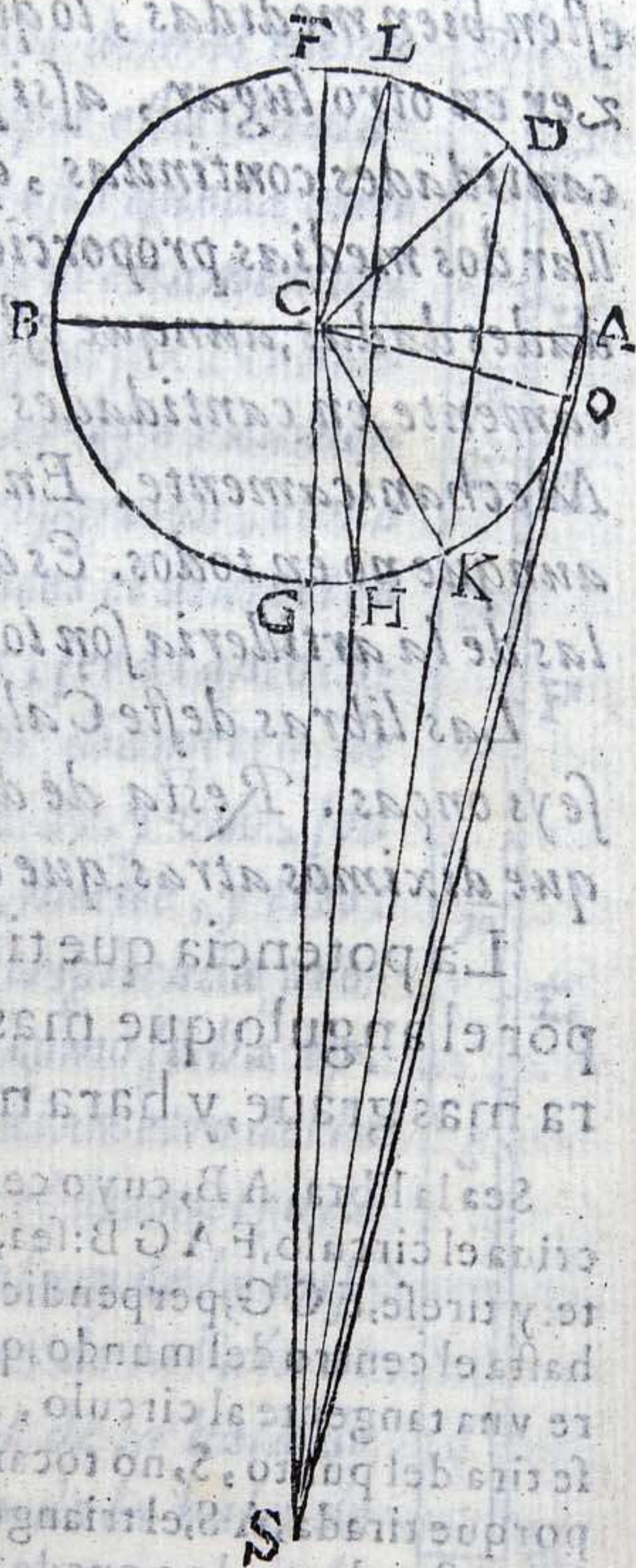
Las libras deste Calibo, es cada una diez y seys onças. Resta de demostrar la proposicion que diximos atras, que es como se sigue.

La potencia que tirare, o hiziere fuerça por el angulo que mas se llegare al recto, le-  
ra mas graue, y hara mayor efeto.

Sea la libra,  $AB$ , cuyo centro,  $C$ , sobre el qual se describe el circulo,  $FAGB$ : sea,  $AB$ , equidistante al Orizõte. y tirese,  $FCG$ , perpendicular sobre,  $AB$ , y estiendase hasta el centro del mundo, que sea,  $S$ : y del punto,  $S$ , se tire vna tangente al circulo,  $AFBG$ . Pues esta linea que se tira del punto,  $S$ , no tocará al circulo en el punto,  $A$ , porque tirada,  $AS$ , el triangulo,  $ACS$ , tendria dos angulos rectos, lo qual no puede ser, ni tampoco tocará al circulo encima del punto,  $A$ , en la circunferencia,  $AF$ , porque entonces cortarà al circulo: luego tocarle ha debaxo del punto,  $A$ , y sea en,  $O$ . Tirese,  $SD, SL$ , las quales cortaràn la circunferencia,  $AOG$ , en los puntos,  $K, H$ . Iuntese  $CK$ .

# Instrumentos de

CK, CH, CD, CL. Pues  
 quanto mas cerca estuie  
 re el peso del punto, F, tã-  
 to mas estriba sobre el cẽ-  
 tro, que es sobre el punto  
 C: como estando el peso  
 en, D, mas estriba sobre el  
 centro, C, que es sobre la  
 linea, DC, que no estan-  
 do el peso en, A, sobre la  
 linea, AC, y mucho mas  
 sobre la linea, CL. Porq̃  
 siendo tres angulos de  
 qualquier triángulo ygua-  
 les a dos rectos, y el angu-  
 lo, DCK, del triangulo  
 equicrurio, DCK, es me-  
 nor que el angulo, LCH,  
 del triangulo equicrurio  
 LCH. Los angulos res-  
 tantes que estan a la basi,  
 que son, CDK, CKD,  
 entrambos juntos seran  
 mayores, que entrambos  
 los angulos, CLH, CHL:  
 luego sus mitades, que es  
 el angulo, CDS, sera ma-  
 yor que el angulo, CLS.  
 Puesque el angulo, CLS,  
 es menor la linea, CL, se llega mas al mouimiento natu-  
 ral del peso, L, dexandole suelto libremente, que sera por  
 la linea, LS, que no la linea, DC, al mouimiento natural  
 del peso, D, por la linea, DS. Porque estãdo el peso en, L,  
 libre



libre y suelto se moueria por la linea,  $LS$ , hasta llegar al centro del mundo, y estando el peso en,  $D$ , se moueria por,  $DS$ . Pues que el peso,  $L$ , todo grauita sobre,  $LS$ : y estando en,  $D$ , sobre,  $DS$ , el peso que estuviere en,  $L$ , grauitará mas sobre la linea,  $CL$ , que no estando en,  $D$ , sobre la linea,  $DC$ : luego la linea,  $CL$ , sustentará mas el peso que no la linea,  $CD$ . De la misma manera se demostrará, que quanto el peso fuere mas cercano al punto,  $F$ , tanto mas sera sustentado sobre la linea,  $CL$ , porque siempre el angulo,  $CLS$ , seria menor: lo qual es claro, porque si la linea,  $CL$ , y la linea,  $LS$ , se jùtassen en vna linea, lo qual acontece en,  $FC S$ , entonces la linea,  $CF$ , sustentaria todo el peso puesto en,  $F$ , y seria inmobil, y de todo punto no tendria ninguna grauedad sobre la circunferencia del circulo. Luego el mismo peso por la diuersidad del sitio, viene a ser mas graue, o menos graue: no digo que por la razon del sitio, vnas vezes tenga en si mayor grauedad, y otras menos, pues donde quiera que se halle, siempre tiene vna misma grauedad; sino porque grauita mas, o menos en la circunferencia, como estando el peso en  $D$ , grauita mas sobre la circunferencia,  $DA$ , que quando está en,  $L$ , sobre la circunferencia,  $LD$ . Quiero dezir, que si el peso fuesse sustentado de las circunferencias, y lineas rectas, la circunferencia,  $AD$ , sustentará mas el peso,  $D$ , que la circunferencia,  $DL$ , al peso,  $L$ , porque menos ayuda a sustentarlo la linea,  $CD$ , que la linea,  $CL$ . Demas desto, quando el peso está en,  $L$ , si le dexassen suelto libremente, se moueria para abaxo por la linea,  $LS$ , sino fuesse prohibido de la linea,  $CL$ , la qual haze que el peso  $L$ , se mueua por la circunferencia,  $LD$ , fuera de la linea  $LS$ , y en alguna manera le impele, y impeliendole sustenta parte del peso, porque sino le sustentasse se moueria para abaxo por la linea,  $LS$ , y no por la circunferencia

P

L D,

# Instrumentos de

L D. De la misma manera la linea, C D, retiene al peso, D, pues que le haze mouer por la circunferencia, D A. También estando el peso en, A, la linea, C A, haze que el peso se mueua por la circunferencia, A O, fuera de la linea, A S. Pues que el angulo, A C S, es recto, sera el angulo C A S, menor que recto: luego las lineas, C A, C D, retienen en alguna parte el peso, aunque no yualmente, pues todas las vezes que las lineas que salen del centro, C, y las que salen del centro del mundo, S, hizieren angulo agudo en la circunferencia, se demostrará, que acontecerá lo mismo. Pues q̄ el angulo mixto, C L D, es ygal del angulo mixto, C D A, por ser contenidos del semidiametro, y vna misma circunferencia, y el angulo, C L S, es menor que el angulo, C D S, sera el restante, S L D, mayor que el restante, S D A: por lo qual la circunferencia D A, que es la baxada del peso, D, sera mas cercana al movimiento natural del peso, D, estando suelto, que es la linea, D S, que no la circunferencia, L D, a la linea, L S: luego la linea, C D, menos retiene al peso que está en, D, que la linea, C L, al peso que está en, L: luego la linea, C D, sustenta menos el peso que la linea, C L, y el peso estará mas libre en, D, que no en, L, pues el peso se mueue mas naturalmente por, D A, que por, L D: por lo qual sera mas graue en, D, que no en, L. De la misma manera se demostrará que, C A, sustenta menos que, C D, y que el peso será mas libre, y es mas graue en, A, que no en, D. Demas desto, en la parte inferior, por las mismas causas, quanto el peso estuviere mas cercano al punto, G, sera mas detenido, como estando en, H, es mas detenido de la linea, C H, que estando en, K, de la linea, C K, porque como el angulo, C H S, sea mayor que el angulo, C K S, la linea C H, se llegará mas a la rectitud de la linea, H S, que no la linea, C K, a la rectitud de, K S: por lo qual el peso sera  
mas

mas detenido de la linea,  $CH$ , que de la linea,  $CK$ : porque si,  $CH, HS$ , conuiniessen en yna linea, como acontece estando el peso en,  $G$ , entonces la linea,  $CG$ , sustentaria todo el peso inmobile en,  $G$ . Luego quãto menor fuere el angulo que la linea,  $CH$ , hiziere cõ,  $CG$ , tanto mas fera detenido el peso de la linea,  $CH$ : y donde es mas detenido, alli es menos graue. Demas desto, si el peso,  $K$ , estuuiesse libre y suelto, se moueria por la linea,  $KS$ , pero es detenido de la linea,  $CK$ , la qual le fuerça que se mueua por la circunferencia,  $KH$ , fuera de la linea,  $KS$ , y en alguna manera le retrae, y retrayendole le sustenta, porque sino le sustetasse, el peso se moueria por la linea,  $KS$ , hasta llegar al centro,  $S$ , y no por la circunferencia,  $KH$ . De la misma manera la linea,  $CH$ , retiene el peso, pues q̃ le compele que se mueua por la circunferencia,  $HG$ . Pues que el angulo,  $CHS$ , es mayor que el angulo,  $CKS$ , quitados los angulos yguales,  $CHG, CKH$ , fera el angulo restante,  $SHG$ , mayor que el angulo restãte,  $SKH$ . Luego la circunferencia,  $KH$ , que es la baxada del peso que estã en,  $K$ , es mas cercana al mouimiento natural del peso,  $K$ , estando suelto, que es,  $KS$ , que no la circunferencia  $HG$ , a la linea,  $HS$ : luego menos detiene el peso la linea  $CK$ , que la linea,  $CH$ , pues que el peso se mueue mas naturalmente por,  $KH$ , que por,  $HG$ . De la misma manera se demostrarã, que quanto menor fuere el angulo,  $SKH$ , que la linea,  $CK$ , sustentará menos. Luego estando el peso en,  $O$ , porque el angulo,  $SOC$ , no solamẽte es menor q̃ el angulo,  $CKS$ , pero es el minimo de todos los angulos que salen de los puntos,  $C, S$ , y que tienen el vertice en la circunferencia,  $OKG$ : y assi el angulo,  $SOK$ , es menor que el angulo,  $SKH$ , y de todos los q̃ fueren desta manera. Luego el descenso del peso,  $O$ , es mas cercano al mouimiento natural del mismo peso,  $O$ , estando

# Instrumentos de

fuelto, que en ningun otro sitio de la circunferencia, O K G: y la linea, C O, sustenta menos el peso, que si el peso estuviere en otro qualquiera sitio de la circunferencia, O K G. Tambien pues que el angulo de la contingencia, S O K, es menor que el angulo, S D A, y que el angulo, S A O, y que otros qualesquiera semejantes, sera el descenso del peso, O, mas cercano al mouimiento natural del mismo peso, O, estando fuelto, que en ningun otro sitio de la circunferencia, O D F. Demas desto, pues que la linea, C O, no puede impeler al peso, O, en quanto se mueue para abaxo, de tal manera, que se mueua fuera de la linea, O S, no corta al circulo, sino que le toca: y el angulo, S O C, es recto, y no agudo, estando el peso en, O, ninguna cosa grauitará sobre la linea, C O, ni estribará sobre el centro, de la manera que acótecera sobre qualquiera otro punto, encima del punto, O. Luego por estas causas estara el peso en el punto, O, mas libre y fuelto en este sitio, que en otro ninguno de toda la circunferencia F O G, y por tanto es en este sitio mas graue: quiero dezir, que grauitará mas q̄ en otro qualquiera sitio: y quanto mas cercano fuere el peso al punto, O, tanto sera mas graue, y la linea, C O, sustentará menos. Pues siguese de lo que se ha demostrado, que quanto la potencia, o peso tirare por mayor angulo, hasta llegar al angulo recto cō el braço de la libra, que hara mayor fuerza, que es lo mismo que ser mas graue, que es lo que se propuso.

*El mayor angulo tiene mayor proporcion cō el menor, que no el seno del mayor angulo con el seno del menor.*

En el circulo, A C B D, cuyo centro, E, se tiren los diametros, A C, B D, que se corten  
en

en angulos rectos en el cétro, E: tomese vn qualquiera angulo, C E F, que pongamos q̄ sea de 60. grados, y quedará, F E D, de 30, grad. tirense, F H, F G, perpendiculares sobre, E D, E C, y sera, F H, seno del angulo C E F, y, F G, seno del angulo, F E G. Digo, que el angulo, C E F, tiene mayor proporcion cō el angulo, F E G, q̄ no, F H, seno del angulo, C E F, con, F G, seno del angulo, F E G, tirese, C F. La proporcion q̄ tiene el angulo, C E F, con el angulo, F E D, es como la que tiene la linea, C F, con, F G, porque la vna y la otra es dupla, siēdo, C D, quarta de circulo: y, F C, 60. grad. sera, F D, 30. y la linea, C F, sera semidiametro; y, F G, la mitad del semidiametro, pues por la, 8. del quinto de Euclides, C F, cō, F G, tiene mayor proporcion que no, H F, con la misma, F C: luego el angulo, C E F, tiene mayor proporció al angulo, F E G, que no el seno, F H, con el seno, F G.

*Esto mismo se demostrará en qualquiera otra proporcion de angulos, como si el angulo, C E F, fuese triplo del angulo F E D: tambien tendrá mayor proporcion q̄ no el seno, F H,*

# Instrumentos de

con el seno,  $FG$ .

Dividase en la

figura siguiēte,

el angulo,  $CEF$ ,

en tres partes

yguales, y q̄ ca-

davna sea yqual

del angulo,  $FE$

$D$ , q̄ serā,  $CL$ ,

$LK$ ,  $KF$ : tirē-

se,  $EK$ ,  $EL$ : ti-

rese tābiē,  $CK$ ,

y seran,  $CN$ ,

$KN$ , senos de

los angulos,  $CEL$ ,  $KEL$ , los quales son yguales del seno

$FG$ . Tambien se tire,  $FO$ , perpendicular sobre,  $EK$ , y sera

$FO$ , yqual de  $KN$ : estiendase,  $FO$ , hasta que concorra con

$KC$ , que sera en,  $M$ . En el triangulo,  $FCM$ , los dos lados

$EM$ ,  $MC$ , son mayores que el lado,  $FC$ : y los lados,  $FM$ ,

$MC$ , son menores que los tres senos,  $FO$ ,  $KN$ ,  $CN$ , porque

$FO$ , y,  $KC$ , q̄ son los tres senos, son mayores q̄,  $FM$ ,  $MC$ ,

porque si al seno,  $FO$ , se le añade,  $OM$ , a los senos,  $KC$ , se les

quita,  $KM$ , que es mayor que,  $OM$ : luego las lineas,  $FM$ ,

$MC$ , son mayores que la linea,  $FC$ . Luego sigue se, que la linea

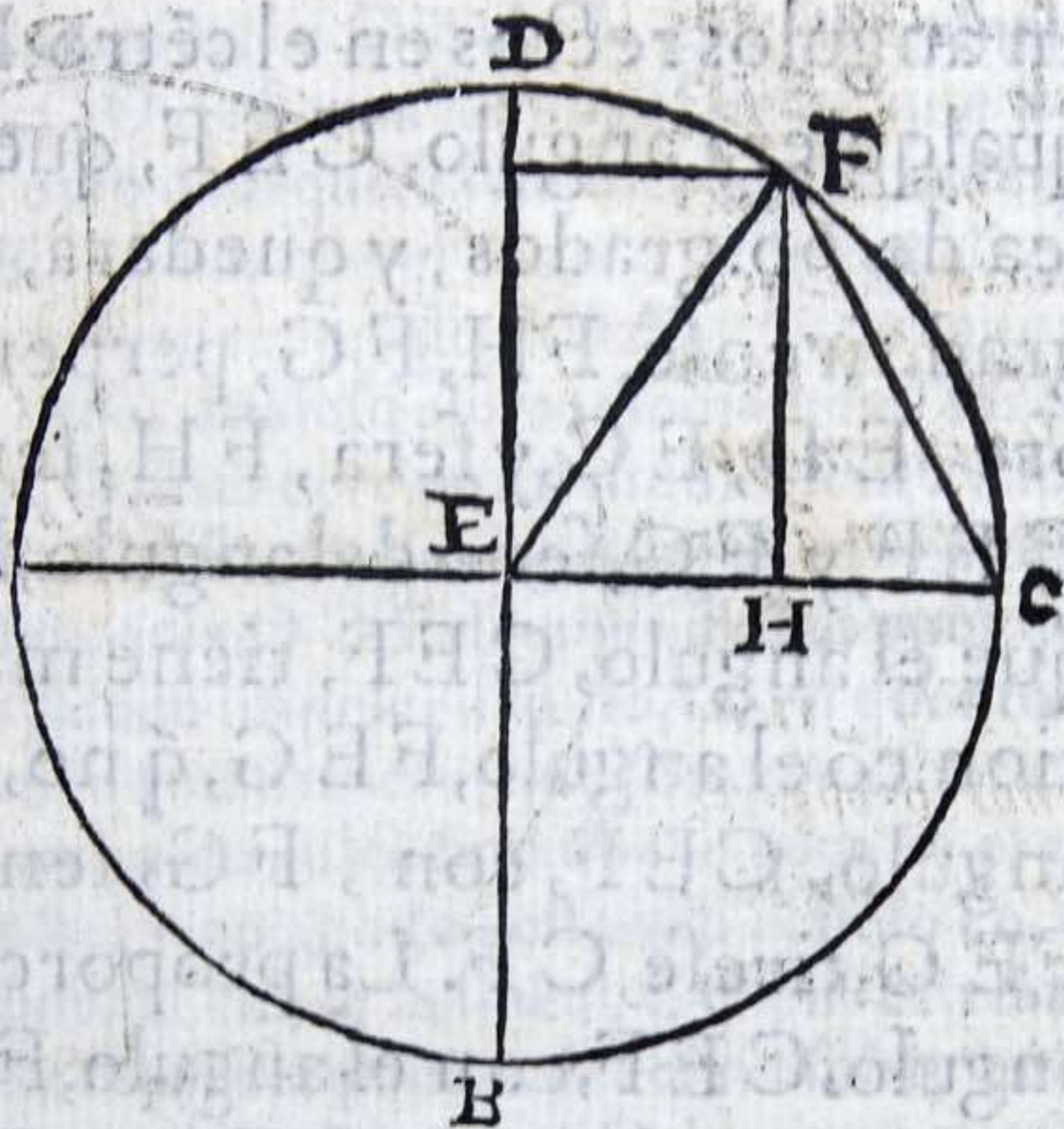
$FC$ , no es tripla del seno,  $FG$ , que es yqual de qualquiera de

los senos,  $FO$ ,  $KN$ ,  $CN$ , sino que ha de ser menor que,  $FC$ ,

la linea de quien la linea,  $FC$ , fuere tripla. Pongamos que es

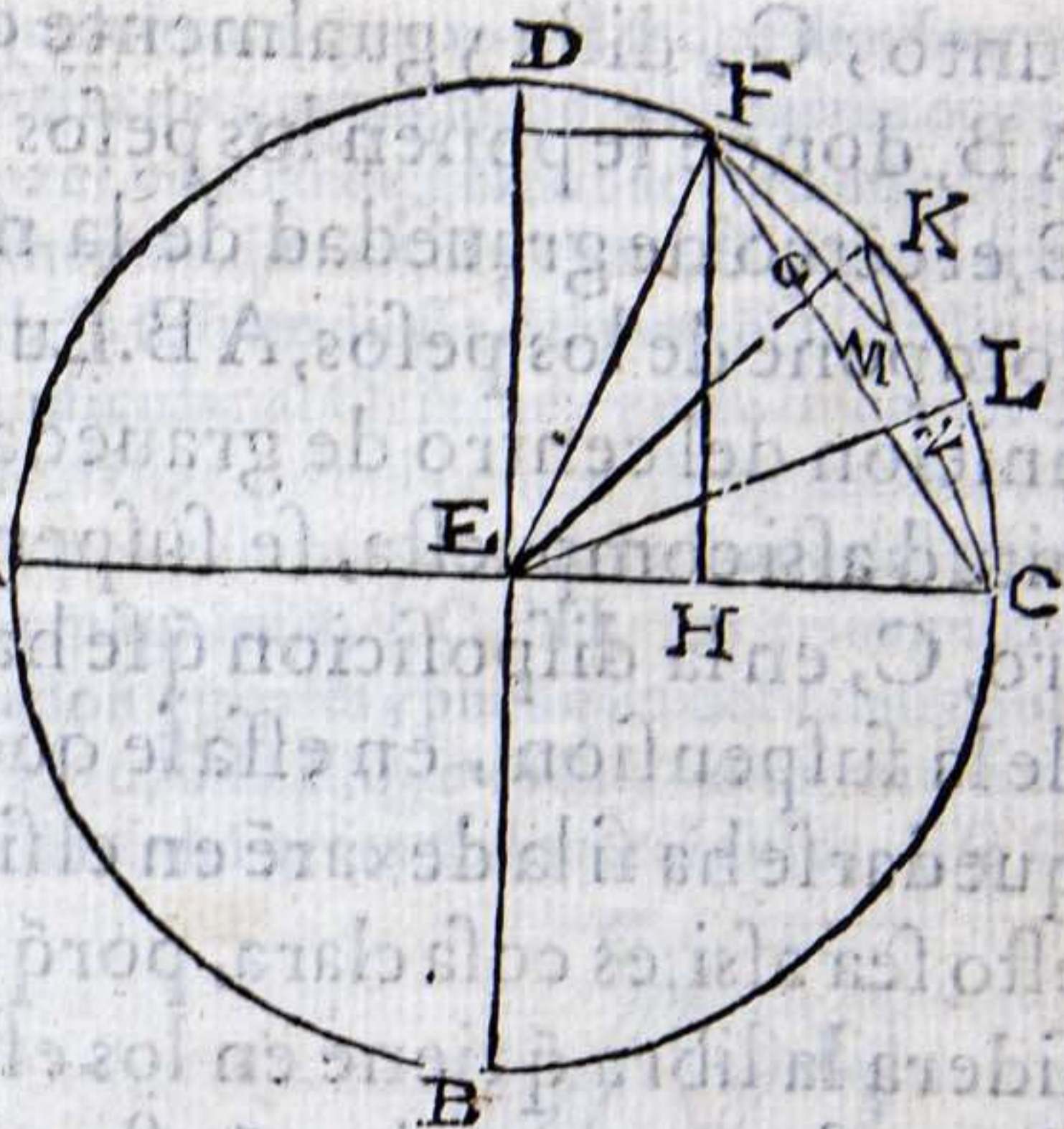
$FP$ , y tendra,  $FC$ , con,  $FP$ , la misma proporció que el angulo

$CEF$ ,





$CEF$ , con el ángulo,  $FED$ , pues por la 8. del quinto de Eucli. linea,  $CF$ , con  $FP$ , tiene mayor proporción q̄ con  $FG$ : luego,  $CF$ , con,  $FG$ , tiene menor proporción que el ángulo,  $CEF$ , con el ángulo,  $FED$ : y la linea,  $CF$ , por la misma 8. del quinto, tiene mayor proporción con,  $FG$ , q̄,  $FH$ , cō,  $FC$ : luego el ángulo,  $CEF$ , tiene mayor proporción con el ángulo,  $FED$ , que no el seno,  $FH$ , con el seno,  $FG$ , que es lo q̄ se auia de demostrar. Esto mismo se puede demostrar en los demas ángulos.



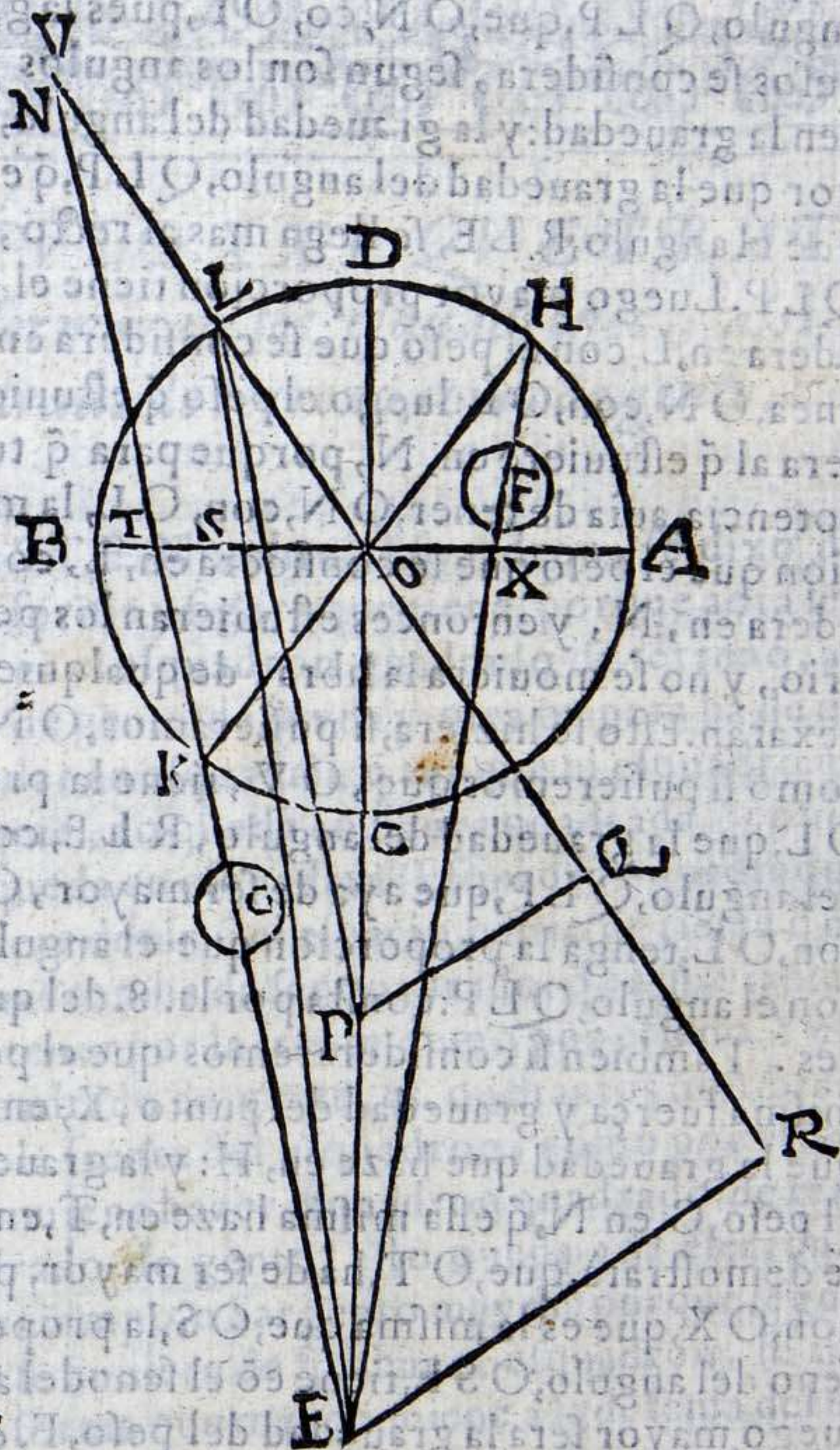
Pues esto así entēdido, prouemos lo primero, que si los pesos estuieren fixos en los braços de la libra, y la mouieren, q̄ se quedará donde la dexarē. Sea la libra,  $AB$ , cuyo centro,  $C$ : y los pesos,  $A, B$ , que se pone que son yguales, y q̄ está fixos en los extremos de la libra, como en,  $AB$ . Pues mueuase la libra sobre el punto,  $C$ , y pongase en,  $EF$ : pues el  
punto

## Instrumentos de

quedava en el mismo sitio: y lo mismo quitando los triángulos,  $E H C$ ,  $C H F$ , la magnitud,  $E G F$ , se quedava en el mismo sitio: luego quitando los vnos y los otros triángulos, la magnitud,  $E G F$ , se quedará en el mismo sitio, colgada del cétro de su grauedad,  $C$ , que es lo q̄ se propuso.

Resta de demostrar, que si los pesos estuieren libremente colgados de los extremos de los brazos de la libra, que en tal caso, si la libra está equidistante al Orizōte, fuere mouida, y la soltaren, se boluera a poner equidistante al Orizonte. Sea la libra equidistante al Orizonte, como,  $A B$ , y sea,  $D O P E$ , perpendicular sobre,  $A B$ , la qual se estienda hasta que llegue al centro del mundo,  $E$ : mueuase la libra al sitio,  $H K$ : y de los extremos,  $H K$ , se cuelguen los pesos,  $F G$ , de tal manera, que cō su grauedad se puedan poner en las lineas rectas, que van de los puntos  $H, K$ , al centro del mundo, como son las lineas,  $H E, K E$ . Pues digo, que siendo los pesos,  $F, G$ , y iguales, que la libra  $H K$ , se boluera sobre,  $A B$ , equidistante al Orizonte. Hagase el angulo,  $D E L$ , y igual del angulo,  $H E D$ , y tirese  $L E$ : tambien se tire,  $L O M$ , y estiendase de vna y otra parte: y estiendase,  $E K$ , hasta que cōcurra con,  $M L$ , que sera en,  $N$ : tirese,  $L P$ , paralela de,  $N E$ . Demas desto, se tirē  $P Q, E R$ , perpendiculares sobre,  $L M$ . Pues el angulo  $E L O$ , es y igual del angulo,  $E H O$ : la fuerça y grauedad que tiene el peso,  $F$ , en la linea,  $H E$ , essa tendra el mismo peso en la linea,  $L E$ : tambien la grauedad que el peso,  $G$ , hiziere en la linea,  $O K$ , essa misma hara en la linea,  $O N$ . Luego la grauedad del peso,  $F$ , segun el angulo,  $O L E$ , y la grauedad del peso,  $G$ , se considera segun el angulo,  $O N E$ . Elto assi entendido, demostramos como la libra se boluera al sitio,  $A B$ : Siendo,  $L P$ , paralela de,  $N E$ , sera el angulo,  $O L P$ , cuyo seno era,  $P Q$ , y igual del angulo,  $O N E$ , y del angulo,  $O L E$ . Sera el seno,  $E R$ , por la 4. del sexto

sexto de Euclides, como se ha, O E, cõ R E, assi se ha O P, cõ, Q P: y permutádo, como se ha O E, cõ, O P, assi se ha, E R, cõ Q P: y por la 2. del sexto de Euclid. como se ha, O P, cõ, P E, assi se ha, O L, con, L N: y cõponiendo, como se ha, O E, cõ O P, assi se ha O N, cõ, O L: luego por la 22. del quinto de Euclid. la proporciõ de O N, cõ, O L, es como la de E R, con, P Q. Tenemos demostrado, q vn angulo con otro tiene mayor proporciõ, que el seno de tal angulo al seno del otro angulo, luego el angulo, R L E, al angulo, Q L P, tiene mayor proporcion q, E R, seno del angulo, R L E, a, P Q, seno del angulo, Q L P. Por



Q<sup>2</sup>

lo

# Instrumentos de

lo qual el angulo,  $RLE$ , tiene mayor proporcion con el angulo,  $QLP$ , que,  $ON$ , cō,  $OL$ , pues la grauedad de los pesos se considera, segun son los angulos por donde hazen la grauedad: y la grauedad del angulo,  $RLE$ , es mayor que la grauedad del angulo,  $QLP$ , q̄ es,  $ONE$ , porque el angulo,  $RLE$ , se llega mas al recto, que el angulo  $QLP$ . Luego mayor proporcion tiene el peso q̄ se considera en,  $L$ , con el peso que se considera en,  $N$ , que no la linea,  $ON$ , con,  $OL$ : luego el peso q̄ estuviere en,  $L$ , vencerá al q̄ estuviere en,  $N$ , porque para q̄ tuviessen yqual potencia, auia de tener,  $ON$ , con,  $OL$ , la misma proporcion que el peso que se considera en,  $L$ , con el que se considera en,  $N$ , y entonces estuvieran los pesos en equilibrio, y no se mouiera la libra, de qualquiera sitio que la dexaran. Esto se hiziera, si pusieramos,  $ON$ , algo mayor; como si pusieremos que,  $OV$ , tiene la proporcion con  $OL$ , que la grauedad del angulo,  $RLE$ , con la grauedad del angulo,  $QLP$ , que aya de ser mayor,  $ON$ , para que con,  $OL$ , tenga la proporcion que el angulo,  $RLE$ , tiene con el angulo,  $QLP$ : consta por la. 8. del quinto de Euclides. Tambien si consideraremos que el peso,  $F$ , haze la misma fuerça y grauedad del punto,  $X$ , en la linea,  $AO$ , que la grauedad que haze en,  $H$ : y la grauedad que haze el peso,  $G$ , en  $N$ , q̄ essa misma haze en,  $T$ , en la linea,  $OB$ , se demostrará, que,  $OT$ , ha de ser mayor, para que tenga con,  $OX$ , que es la misma que,  $OS$ , la proporcion, que el seno del angulo,  $OSE$ , tiene cō el seno del angulo,  $OTE$ : luego mayor sera la grauedad del peso,  $F$ , en,  $H$ , que no la del peso,  $G$ , en,  $K$ . Por lo qual la grauedad del peso,  $F$ , sera mayor que la del peso,  $G$ , que es lo que se auia de demostrar.

CAP.



**CAPITULO XXI. QUE TRATA**  
*como se formaran los esquadrones, assi de*  
*quadrado de terreno, como de gente.*

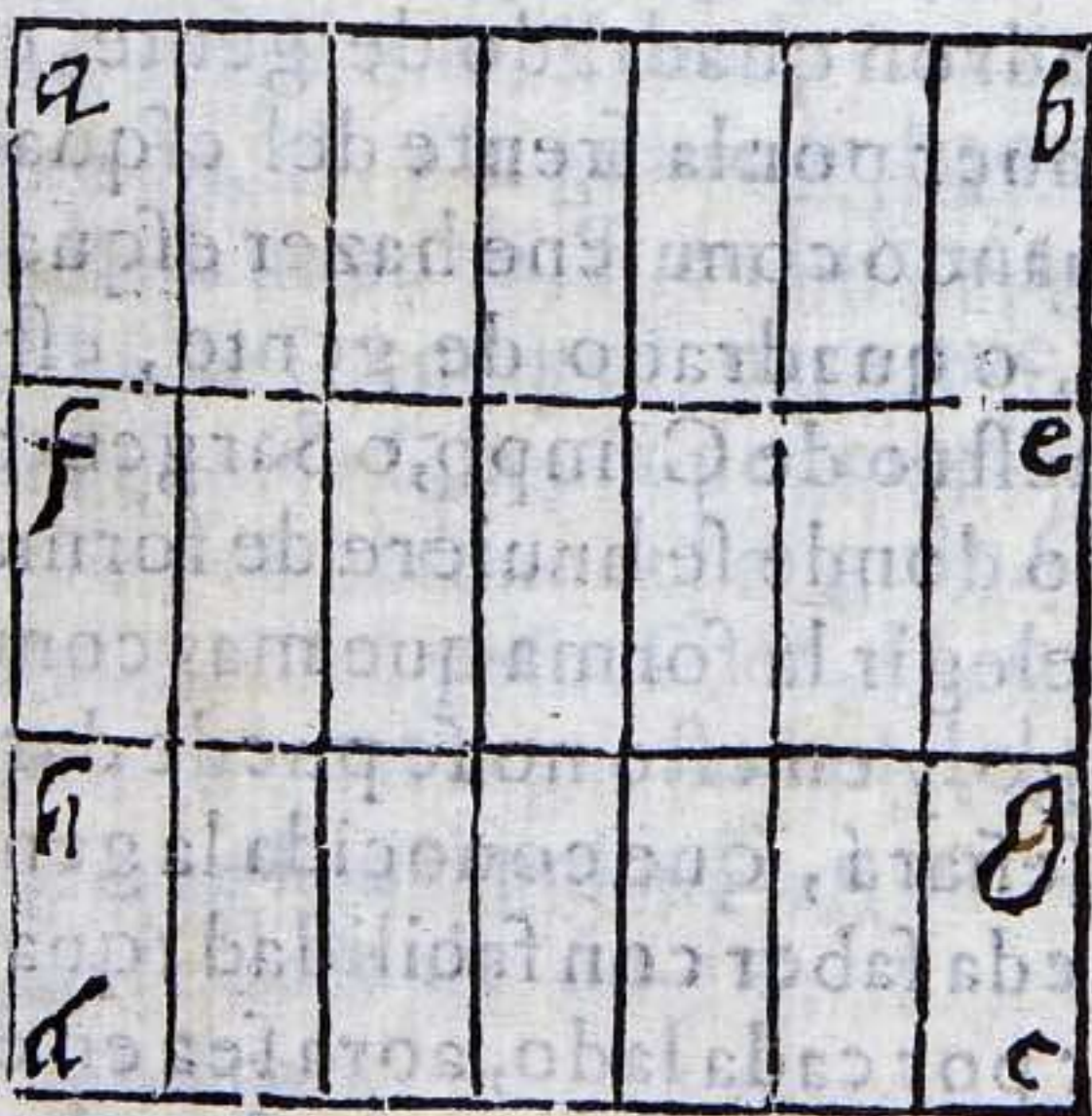
**E**STE Nombre, Esquadron, se dixo de la forma y figura que tiene, porque aora se haga el esquadron quadrado de terreno, aora de gente: de la vna y otra manera ha de quedar en esquadria; q̄ aunque el esquadro quadrado de gente, no queda en figura quadrada (como se dira) pero queda en esquadria. Esquadron quadrado de terreno, quiere dezir, q̄ el espacio, o sitio de tierra q̄ ocupare el esquadron, ha de ser quadrado, q̄ es que tanta longitud ha de tener por la frente, como por el lado. Y el esquadron quadrado de gente, es, que tantos hombres ha de auer por la frente del esquadron, como por el lado. Quando conuiene hazer esquadron quadrado de terreno, o quadrado de gente, esto queda a la eleccion del Maestro de Campo, o Sargento mayor, porque segun el sitio donde se huviere de formar el esquadron, se tiene de elegir la forma que mas conuiene a la defensa del enemigo, y en esto no se puede dar regla: folamente aqui se enseñará, que conocida la gente que ay en el exercito, pueda saber con facilidad, quantos hombres puede poner por cada lado, aora sea en el esquadron quadrado de terreno, aora sea en el esquadron quadrado de gente.

# Instrumentos de

Enseñemos lo primero, como se formará el esquadron quadrado de terreno, para lo qual es necessario entender, que en la frente del esquadron ha de auer de vn hombre a otro tres pies, y en el lado siete pies. Esto assi entendido, se tiene de buscar vn numero, que partido por tres, no sobre nada; y el mismo partido por siete, no sobre nada: lo qual se hará, multiplicando tres por siete, que haran veynte y vno. Pues este numero 21. nos seruirà de fundamento para conocer todos los numeros, que partido por tres y siete, no sobra nada: lo qual se hará duplicando, o triplicando, o quadruplicando el dicho numero 21. como si le quadruplicamos, haze vn numero de ochenta y quatro, el qual si le partieremos por tres, o por siete, no sobrarà nada.

Para que mejor entendamos como se forma este esquadron quadrado de terreno, pongamos vn exemplo en el numero veynte y vno, el qual partido por tres, y por siete, no sobra nada. Hagamos el quadrado siguiente, que por cada lado tenga veynte y vn pies, y sea, a b, la frente del esquadron, la qual se diuidirà en siete espacios yguales, y cada vno tendrá tres pies: y diuidase el lado, b c, en tres espacios yguales, y cada vno tendrá siete pies.

De los puntos destas diuisiones, se tiren lineas equidistantes a los lados, a b, b c. Pues si consideramos la primera hilera, a b, hallaremos en ella ocho hombres, y en la segūda, e f, otros



ocho,

ocho: y en la tercera, g h, otros ocho: y en la quarta, d c, con que se cierra el esquadron, estan otros ocho: pues en veynte y vn pies por lado se contienen quatro hileras, que cada vna tiene ocho hombres, tendra el tal esquadron treynta y dos hombre. De manera, que para cerrar el esquadron quadrado de terreno, es necessario poner vn hombre mas en cada lado de los espacios que contiene, como se tiene visto en esta figura.

Porque en la guerra no todas vezes se ofrece que los soldados son muy contadores, me parecio, que para este efeto seria de prouecho, hazer la tabla siguiente: por la qual subitamente (conocidos los hombres que ay en el exercito) se puede formar el esquadron quadrado de terreno.

10382	—	10382	—	10382	—	10382
2472	—	2472	—	2472	—	2472
8001	—	8001	—	8001	—	8001
1172	—	1172	—	1172	—	1172
6932	—	6932	—	6932	—	6932
0420	—	0420	—	0420	—	0420
2237	—	2237	—	2237	—	2237
4876	—	4876	—	4876	—	4876

Pies

Pies

# Instrumentos de

Pies por lado.		Frente.		Lado.		Hombres.
	=====		=====		=====	
21	=====	8	=====	4	=====	32
42	=====	15	=====	7	=====	105
63	=====	22	=====	10	=====	220
84	=====	29	=====	13	=====	377
105	=====	36	=====	16	=====	576
126	=====	43	=====	19	=====	817
147	=====	50	=====	22	=====	1100
168	=====	57	=====	25	=====	1425
189	=====	64	=====	28	=====	1792
210	=====	71	=====	31	=====	2201
231	=====	78	=====	34	=====	2652
252	=====	85	=====	37	=====	3145
273	=====	92	=====	40	=====	3680
294	=====	99	=====	43	=====	4257
315	=====	106	=====	46	=====	4876
336	=====	113	=====	49	=====	5537
357	=====	120	=====	52	=====	6240
378	=====	127	=====	55	=====	6985
399	=====	134	=====	58	=====	7772
420	=====	141	=====	61	=====	8601
441	=====	148	=====	64	=====	9472
462	=====	155	=====	67	=====	10385

Pies



Pies por lado.	Frente.	Lado.	Hombres.
483	162	70	11340
504	169	73	12337
525	176	76	13376
546	183	79	14457
567	190	82	15580
588	197	85	16745
609	204	88	17952
630	211	91	19201
651	218	94	20492
672	225	97	21825
693	232	100	23200
714	239	103	24617
735	246	106	26076
756	253	109	27577
777	260	112	29120
798	267	115	31705
819	274	118	32332
840	281	121	34001
861	288	124	35712
882	295	127	37465
903	302	130	39260

R

Vfo

# Instrumentos de

## Vfo de la tabla precedente.

**E**N La tabla precedente ay quatro columnas de numeros. En la primera a la mano derecha, se pone el numero de los hombres que pueden hazer el esquadron quadrado de terreno. En la segunda columna se pone el numero de los hombres que tendra por lado. En la tercera columna, los que tendra en la frente. En la quarta, los pies que tendra el esquadron por cada lado: como si vn Capitan tuuiesse, 15580. hombres, y dellos quisiessse formar vn esquadron quadrado de terreno, buscarà en la columna de los hombres, el numero 15580. y enfrente deste, caminando a la mano yzquierda, hallarà 82. y tantos hombres se pōdran por lado: y caminando a la mano yzquierda, hallarà otro numero, que es, 190. y tantos hombres pondra en la frente: y enfrente deste, en la postrera columna, se hallarà este numero, 567. y tantos pies tiene cada lado de esquadron: lo qual hallaremos  
fer

ser así, multiplicando 189. que es vno menos de los 190. (por la razón que atrás se dixo) por tres: y tambien si multiplicaremos 81. que es vno menos de los 82. por siete, de la vna y la otra multiplicacion vendran los 567. que son los pies que el tal esquadron tendra por lado.

Si a caso el numero de los hombres, de que se tiene de formar el esquadron, no se hallare justo en la columna de los hombres, se tomara el proximo menor, y se obrará como esta dicho: los soldados que sobraren despues de auer formado el esquadron, que de necesidad tienen de sobrar, siendo el numero de los hombres yguual de alguno de los que estan en la tabla, en la columna de los hombres, el Maestre de Campo, o

Sargento mayor, los acomodará en el lugar que mas conuiniere.

(∴)

# Instrumentos de

## Del esquadron quadrado de gente.

**E**L Esquadron quadrado de gente (como está dicho) ha de tener tantos hombres por el lado, como por la frente: y siendo quadrado de gente, no lo fera en la figura, porque siendo tantos hombres por vn lado como por otro, y entre vn hombre y otro de los del lado, ha de auer siete pies; y entre los de la frente, ha de auer tres pies, claro está que vendra a ser prolongado el esquadron. Para formar el esquadron quadrado de gente, es necessario saber el numero de soldados de que se tiene de formar, y deste numero sacar la rayz quadrada, que la tal rayz fera el numero de hombres que se tienen de poner en cada lado del esquadron. Y porque no todos los hombres saben sacar rayz quadrada, pondre la tabla siguiente, donde se pondran algunos numeros, y sus rayzes quadradas.

## Vfo de la tabla figuiente.

**E**N La tabla figuiente, se ponen en cada coluna dos ordenes de numeros: el primero de la mano derecha, es numero quadrado: el otro de la mano yzquierda, es su rayz quadrada; como si tomamos este numero 22500. hallaremos en su derecho, a la mano yzquierda, este numero, 150. el qual si le multiplicamos en si mismo, hara el numero, 22500. por lo qual diremos, que 150. es rayz quadrada de 22500. Pues sabido quantos hombres son, de los que se tiene de formar el esquadron, este numero se busque en alguna de las columnas, en los numeros de la mano derecha, y frontero, en la misma coluna, a la mano yzquierda, hallará su rayz quadrada, que fera el numero de los hombres que tiene de poner por lado. Sino hallare justo el numero de los hombres que tiene en su exercito, tome el proximo menor.

R 3

Rayz

Raiz qua- drada.	Num. quadra dos.	Raiz.	Num. quadra dos.	Raiz.	Num. quadra dos.	Raiz.	Num. quadra dos.
2	4	29	841	56	3136	83	6889
3	9	30	900	57	3249	84	7056
4	16	31	961	58	3364	85	7225
5	25	32	1024	59	3481	86	7396
6	36	33	1089	60	3600	87	7569
7	49	34	1156	61	3721	88	7744
8	64	35	1225	62	3844	89	7921
9	81	36	1296	63	3969	90	8100
10	100	37	1369	64	4096	91	8281
11	121	38	1444	65	4225	92	8464
12	144	39	1521	66	4356	93	8649
13	169	40	1600	67	4489	94	8836
14	196	41	1681	68	4624	95	9025
15	225	42	1764	69	4761	96	9216
16	256	43	1849	70	4900	97	9409
17	289	44	1936	71	5041	98	9604
18	324	45	2025	72	5184	99	9801
19	361	46	2116	73	5329	100	10000
20	400	47	2209	74	5476	101	10201
21	441	48	2304	75	5625	102	10404
22	484	49	2401	76	5776	103	10609
23	529	50	2500	77	5929	104	10816
24	576	51	2601	78	6084	105	11025
25	625	52	2704	79	6241	106	11236
26	676	53	2809	80	6400	107	11449
27	729	54	2916	81	6561	108	11664
28	784	55	3025	82	6724	109	11881

Raiz quadra- drada.	Num. quadra dos.	Raiz qua- drada.	Num. quadra dos.	Raiz qua- drada.	Num. quadra dos.	Raiz qua- drada.	Num. quadra dos.
110	12100	136	18496	162	26244	188	35344
111	12321	137	18769	163	26569	189	35721
112	12544	138	19044	164	26896	190	36100
113	12769	139	19321	165	27225	191	36481
114	12996	140	19600	166	27556	192	36864
115	13225	141	19881	167	27889	193	37249
116	13456	142	20164	168	28224	194	37636
117	13689	143	20449	169	28561	195	38025
118	13924	144	20736	170	28900	196	38416
119	14161	145	21025	171	29241	197	38809
120	14400	146	21316	172	29584	198	39204
121	14641	147	21609	173	29929	199	39601
122	14884	148	21904	174	30276	200	40000
123	15129	149	22201	175	30625		
124	15376	150	22500	176	30976		
125	15625	151	22801	177	31329		
126	15876	152	23104	178	31684		
127	16129	153	23409	179	32041		
128	16384	154	23716	180	32400		
129	16641	155	24025	181	32761		
130	16900	156	24336	182	33124		
131	17361	157	24649	183	33489		
132	17424	158	24664	184	33856		
133	17689	159	25281	185	34225		
134	17956	160	25600	186	34569		
135	18225	161	25921	187	34969		

# Instrumentos de

Es de advertir, que aqui auemos enseñado a formar los esquadrones, sin tener atencion a la plaza de armas que en medio de ellos se suele poner, para la conseruacion de los preparamentos que en la guerra se acostumbran: pero como aqui no ha sido mi intencion sino euitar el trabajo que en este caso se suele ofrecer, y que no aya en que reparar, sino que repentinamente puedan formar sus esquadrones, de vna, o de otra manera, escriui este breue discurso y cuenta; que despues de formado el esquadron, puede el Maestre de Campo sacar de medio del, los soldados que le pareciere que ocupan el lugar que es necessario para la plaza de armas: y estos soldados que de alli sacare, y los que le sobraron quando formò el esquadron, los puede ocupar en otros lugares, donde pidiere la necesidad.

**L A V S D E O.**





