





Signi.<sup>a</sup> Top.<sup>a</sup>  
Est. 47  
Tab. 1  
Núm. 9

~~47~~  
~~1~~  
~~9~~

~~Est 47~~  
~~Tab 1~~  
~~Núm 9~~

# ESPECTACULO

DE LA

R<sup>o</sup> 829.

NATURALEZA,

Ó CONVERSACIONES

ACERCA DE LAS PARTICULARIDADES

DE LA HISTORIA NATURAL,

QUE HAN PARECIDO MAS A PROPOSITO  
para excitar una curiosidad útil, y formarles la razon  
à los Jóvenes Lectores,

QUE CONTIENE LO QUE MIRA AL HOMBRE

CONSIDERADO EN SI MISMO.

ESCRITO EN EL IDIOMA FRANCES

POR EL ABAD M. PLUCHE.

Y TRADUCIDO AL CASTELLANO.

TERCERA EDICION.

PARTE QUINTA, TOMO DECIMO.



CON LAS LICENCIAS NECESARIAS.

EN LA IMPRENTA DE BENITO CANO.

EN MADRID: AÑO DE MDCCLXXXV.

*A costa de la Real Compañía de Impresores, y Libreros del Reyno.*

857

ESPECTACULO

DE LA

NATURALEZA

Ó CONVERSIONES

ACERCA DE LAS PARTICULARIDADES

DE LA HISTORIA NATURAL

QUE HAN PARECIDO MAS A PROPOSITO  
PARA EXCITAR UNA CURIOSIDAD ÚTIL, Y FORMARLES LA RAZON  
A LOS JOVENES LECTORES

QUE CONTIENE LO QUE MIRA AL HOMBRE

CONSIDERADO EN SI MISMO.

ESCRITO EN EL IDIOMA FRANCÉS

POR EL SR. M. P. LUCHE.

Y TRADUCIDO AL CASTELLANO.

TERCERA EDICION.

PARTE QUINTA, TOMO DECIMO.



CON LAS LICENCIAS NECESARIAS.

EN LA IMPRENTA DE BENITO CANO.

En Madrid: año de MDCCLXXXV.

A costa de la Real Compañía de Impresores, y Libreros del Reyno.

# TABLA

DE LAS CONVERSACIONES  
contenidas en este Tomo  
Décimo.

<b>C</b> onversacion I. La Gnomónica.	pag. 1.
Conversacion II. Las Fuerzas motrices.	69.
Conversacion III. Los Molinos de Trigo.	148.
Conversacion IV. La Óptica.	201.

ES-

# TABLA

DE LAS CONVERSIONES  
contenidas en este Tomo  
Décimo.

Conversion I. La Cronológica.	pag. 1.
Conversion II. Las Letras romanas.	69.
Conversion III. Los Molinos de Trigo.	148.
Conversion IV. La Óptica.	201.

B2





ESPECTÁCULO  
DE LA  
NATURALEZA:

PARTE V. TOMO X,  
EN QUE SE CONTINUAN  
las Ciencias Prácticas.

CONVERSACION PRIMERA.

LA GNOMÓNICA. (\*\*)



Un siendo un privilegio tan grande del Hombre poder tomar con tanta facilidad las medidas mas ajustadas de las obras, que saca por sí mismo à luz , y de la Tierra , en que le puso el Criador ; y aunque logra el fuero de una , que pa-  
Tom. X. A re-

(\*\*) Ciencia , que nos enseña à formar Reloxes de Sol.

## 2 *Espectáculo de la Naturaleza.*

rece Mágia , descubriendo con la mayor precisión , y certidumbre , à veces sin salir de su morada , la extension de lugares absolutamente inaccesibles , y la distancia de los astros mismos : pasa mucho mas adelante , y ha hallado además de esto el medio de sujetar à su conocimiento , ò aún de someter à sus operaciones cosas , à que no puede echar mano , ni se sujetan al tacto : tales son la Luz , la Sombra , y el Tiempo. Ha observado , y conocido los caminos de la Luz , hasta poder anunciar con mucha antelacion de tiempo , en qué punto llegará à éste , ò al otro lugar , à determinar el dia , y los momentos de su venida. El medio , que mejor se le ha logrado para seguir las derrotas , y rumbos de la luz , sus idéas , vueltas periódicas , ha sido el de observar los caminos de la Sombra , que contrahace à la luz todos los pasos : y ayudándose de una , y otra , ha arreglado los tiempos hasta venir à determinar todos los instantes por el orden , y respecto , que dicen con aquel punto , en que se debe hallar el Sol en cada momento , yá sea segun la revolucion diaria , ò yá conforme à la annual. Feliz observacion , que fixa la vuelta , y la duracion de sus cuidados , y de sus trabajos actuales , le pone presentes las circunstancias de los acontecimiento , pasados , y le dirige el acierto de sus proyectos para todos los venideros.

La

La Sombra ha servido mas que todo para descubrir los progresos del tiempo, por aquellos, que hace la Luz, à quien representa la Sombra misma. Todo cuerpo opaco, opuesto à un cuerpo luminoso, intercepta, y suspende la Luz. Yá hemos notado (\*) en otra parte, que aquello, que se discierne de la otra parte del cuerpo opaco, y à quien le han dado el nombre de Sombra, no es otra cosa que la privacion total de la Luz. Los cuerpos cercanos reflexionan, ò arrojan à esta sombra, yá más, yá ménos rayos reflexos: con que la Sombra, como se nos representa, es una Luz diminuta, que se aumenta, y fortifica à proporcion que lo ejecuta la Luz, que en aquella parte se reflexiona. Puédese considerar la masa de la Luz, que se extiende desde el Astro hasta el cuerpo, que se le opone, y la masa de la Sombra, que ocupa el lado contrario, como un plano, ò corte de ayre, luminoso por el un lado, y sombrío por el opuesto. Las dos partes de este tramo, ò corte de ayre dán vueltas sobre el cuerpo, que le ocasiona, como sobre un punto de apoyo, ò exe en que estriban; y la parte, ò masa sombría parece à uno de los dos brazos del timon de un torno, moviéndose siempre al contrario de la masa, ò corte de ayre luminoso: de suerte, que po-

Primer fundamento de la Gnomónica.

A 2 der

(\*) Tomo VII. Conversacion acerca de la Sombra.

#### 4 *Espectáculo de la Naturaleza.*

der determinar por puntos , y con medidas precisas los progresos de la Sombra en la una parte , es saber los progresos de la Luz, y el camino , y derrota , que lleva el Astro , que la esparce por el otro lado.

Tal es el primer fundamento de la Gnomónica. Esta hermosa Arte , que consiste en representar los círculos de la esphêra , y el camino del Sol , ò de la Luna , por medio de la proyeccion de la Sombra de un cuerpo, que se le opone , ( à lo qual llamamos Quadrante , ò Relox ) tomó su nombre de la palabra Gnomon , que significa igualmente Indice , ò Esquadra. ¿Qué proporcion hay, pues, de este instrumento con dos brazos , ò reglas unidas en ángulo recto , y lo que nos indica la Sombra? Empleóse desde luego para este efecto una Esquadra hincada por la una parte en la tierra , y elevando por consecuencia el otro brazo , ò su punta perfectamente à plomo , para señalar los puntos à que llegaba el vértice de la Sombra.

No se contentáron los hombres con dirigir à un plano la Sombra de una punta , pyramide , ò bola , que se terminase en cierto sustentáculo opuesto al Sol. Pasáron mas adelante , y presentáron à este Astro para el mismo efecto una barrita larga de madera , ò de metal , para lograr por su medio el registro de las señales, en que se iba colocando la Sombra,

bra, de modo, que se pudiéssen combinar, formando una exâcta pintura de las vueltas, y gyros de la luz con lineas (mas à propósito que un punto) para discernirlo todo con la posicion de la Sombra, que disputa, y alterca, oponiéndose à la luz.

En fin, se halló tambien otro modo, siendo en este asunto el tercero, para expresar el descenso, y camino de un rayo de luz. Fué, pues, hacerle pasar al través de una masa sombría à fin de conocer mas claramente el resplandor, y situacion del punto luminoso, que la atravesaba, al verle cercado de sombra.

El segundo fundamento de la Gnomónica es una observacon, que ha servido para reducir à práctica felizmente la proyeccion, ò señal de la Sombra. Es tal la distancia, que hay desde nosotros al Sol, que se puede considerar la Tierra, segun este respeto, como un punto indivisible, y por consiguiente mirar el punto opaco, la bola, ò la punta, en cuyo circuito se observa la revolucion del Sol, como si toda la tierra estuviera reducida à este punto. De aqui se sigue, que la imágen regular de la Sombra de este punto sobre un plano opuesto nos viene à dibuxar, ò à formar una perfecta pintura de la revolucion del Sol al rededor de la tierra.

Segundo fundamento de la Gnomonica.

Como segunda consecuencia del mismo  
prin

## 6 *Espectáculo de la Naturaleza.*

principio , si observamos la revolucion diaria del Sol al rededor de una varita de hierro, colocada paralélamente con el Exe de la Tierra , veremos, que esta vara se confunde con el Exe ; y puede tener , en esta suposicion el nombre de Exe terrestre , de modo , que la revolucion de su Sombra corresponderá con toda fidelidad à la revolucion del Sol : porque aunque desde el centro , y del Exe de la Tierra , hay 1400. leguas de distancia hasta la punta del Gnomon, estilo , y Exe representativo , que se coloca aqui debaxo del Sol, esta distancia es como si no fuera , sin llegar à hacerse sensible. Los dos centros no son sino uno, los dos Exes forman una sola linea en la lejanía del Sol , y el camino de la Sombra , que se ha proyectado , es la pintura exácta del camino , que lleva el Sol.

Muchos Philósofôs se persuaden à que se hallan convencidos con multitud de exáctas observaciones , tanto de las revoluciones diarias, como anuales de la Tierra , que no siendo sino un punto , respecto de todas las cosas criadas , puede gozar (dicen los tales) del espectáculo del Universo , y lograr los aspectos diferentes de los Astros , y del Cielo , rodando sobre sí misma. Tan lejos la juzgan de estar en el centro inmóvil de un movimiento , cuya inmensidad es espantosa , y cuya rapidez excede toda verosimilitud. Estos mismos

mos

mos Sabios aseguran , que quedan mas movidos , y llenos de agradecimiento al vér que transfiriendo à la Tierra las revoluciones , que la vista atribuye al Cielo , reconocen claramente , cuánto se complace Dios en el Hombre , para cuyo favor , y servicio se arreglaron estas apariencias , como si todas las cosas ordenásen sus caminos , y movimientos por él solo : pues no hay duda , que real , y verdaderamente el Hombre solo es como el centro de todo quanto se observa , y pasa en su Globo.

No tenemos aqui necesidad alguna de exâminar , si es la Tierra , ò el Sol quien forma sus revoluciones , porque para hacer caminar la sombra de un candelero (\*\*\*) puesto sobre una mesa , lo mismo es traer la bugía al rededor del candelero , ò el candelero al rededor de la bugía , el efecto será el mismo ; y aqui nos basta , para que sigamos el systema de los ojos.

Tampoco tenemos necesidad para instruirnos de la vuelta , que dá la luz , con su venida , y ausencia , de instrumentos , y observaciones ; pero necesitamos todo esto para dividir el dia en dos partes , para fixar la distancia del parage en que nace el Sol , y en que se pone , para tomar justamente el medio , y para tener consiguientemente el órden

(\*\*) Italiano *Cheridone* , aunque la traduccion citada dice *Lumiera* Lat *Pluteus*. Véase Antonin. Dic. tom. 2. let. G.

## 8 Espectáculo de la Naturaleza.

den de nuestros dias. Nada nos determina à saber con entera precision, cuándo llega el Sol al punto en que se acaban las horas de la mañana, y empiezan las de la tarde, ò à separar las orientales de las occidentales, y podemos muy facilmente engañarnos en una hora, ò en mas. Hanse, pues, buscado por este motivo muchos medios para saber con certeza el punto del medio dia, ò el tiempo, en que pasa el Sol por la linea, que se concibe pasar por nuestro Zenith de un Polo à otro: pues esta linea divide nuestro Horizonte en dos partes iguales, y corta el punto culminante (\*\*\*) del curso, que vemos hacer al Sol.

La Meridiana.

La Meridiana, que es lo mismo que una Linea imaginaria, que corta los puntos diversos, que camina el Sol de un dia à otro, señalando con este corte, ò seccion el punto, en que llega el Astro à la mitad de nuestro Horizonte, se tiró al principio en planos horizontales, conservando en el modo de tirarla una correspondencia justa con la linea, que se imagina en el Cielo. De este modo nos anuncia la Sombra, que camina todo el dia al rededor del estilo levantando sobre la Meridiana, con solo cubrirla, y unirse la Sombra

(\*\*) En la Astronomia se llama punto *culminante*, ò *culminacion*, por exemplo, de una Estrella, aquel punto en que pasa por el Meridiano, ò quando está en el; y esto mismo se dice del Sol, ò de qualquier Astro.



bra con ella, que el Sol, y el Hombre se hallan ya en la mitad de su taréa.

No era pequeña ventaja el poder representar un círculo con sola una linea recta, de modo, que esta representacion fuese, como lo era, exâcta. La razon es, porque la Meridiana es propriamente el mismo paso de el Meridiano, considerado como un plano sólido, que pasa, y corta el Plano Horizontal: porque la seccion de un Plano, que atraviesa otro, es solo una linea recta. Si se mete, de modo que cayga à plomo, una tabla redonda por la superficie de un pilón de cal muerta, se verá, que el sulco, que queda, retirada ya la tabla, es una linea recta: y si la tabla tuviere algun clavo asido, se verá al lado de la seccion recta el paso, y señal del clavo, porque no estaba en el mismo plano de la tabla. Este lenguaje es necesario entenderle bien. Para conseguirlo propondrémos aqui un méthodo el mas sencillo, que es dable, à fin de que qualquiera pueda tirar la Meridiana, ò lo que es lo mismo, figurar la seccion del Plano de nuestro Meridiano sobre una superficie Horizontal, ù otra qualquiera. (\*)

A B es un Plano nivelado compuesto de una chambrana, (\*\*)

Tom. X.

B

Fig. 2.<sup>a</sup>

(\*) Véase la Meridiana Horizontal, y vertical, tom. 7 de esta Obra.

(\*\*) Esto es, de un asiento, basa, ò pié.

10 *Espectáculo de la Naturaleza.*

ò piés derechos. Hácese algo grueso , para que no vacíle , ó mude su asiento , quando ya se le ha puesto à plomo , y de una madera muy sólida , para que no se hinche , ò inmute con la incostancia , ò humedad del tiempo.

Tanto por la parte superior , è inferior , como por los lados , debe estar todo liso , y labrado en forma de quadrilongo , ò de un paralelográmo perfecto : por debaxo del pié , ò chambrana , y por encima se tiran lineas diagonales (\*\*) de un ángulo à otro , para saber con total certidumbre dónde viene à dar el medio , ò la interseccion C : de la interseccion de las diagonales , formada sobre la chambrana C , à la interseccion de las diagonales , tiradas debaxo de la misma base , se hace un agujero exâctamente perpendicular , y proporcionado à una estaquilla (\*\*) de hierro , al rededor de la qual ha de andar el instrumento , sin separarse al uno , ni al otro lado. Sobre la base C se elevan dos piés derechos , ò largueros de dos piés de altura , con corta diferencia , y distantes uno de otro poco más de medio pié.

Sobre el primer pié derecho se pone una

(\*\*) Diagonal se llama aquella linea , que pasa de un ángulo à otro en una figura , que si es en un quadrado , por exemplo , se divide en dos partes iguales.

(\*\*) Asi llaman los Facultativos à lo que afirma , ò clava una cosa ácia abaxo , sea de la materia que fuere.

plomada, ò perpendículo con su caja, en que éntre, y se introduzca.

Sobre este mismo primer pié derecho, sobre el segundo, y sobre la chambrana, por déntro, y por fuera domína igualmente por todas partes la linea fiducial, para tener con toda certidumbre el medio de todas las piezas. Acia el cabo de la base sobre la linea fiducial está el segundo agujero D con otra estaca de hierro proporcionada, y movable. Esta estaca, junto con la otra señalada C, sirve para mantener en una situacion invariable el instrumento, el qual se podrá tambien fixar de otras maneras.

Sobre el primer pié derecho se habrá formado con una sierra en la linea fiducial una ligera muesca E.

El primer uso de este nivèl es sacar la linea meridiana, ò la linea, sobre la qual debe la sombra de un cuerpo opaco, opuesto al Sol, caer al medio dia cabal en un plano horizontal, qual es el pavimento de una Iglesia, el suelo de una galería, ò el tablado, ò balcon, que se dispone para formar un quadrante en una pared. Práctica.

Acia el Solsticio de Estío (\*\*\*) (si se puede) à fin de darle à la linea una posicion perfecta, por ser entónces las alturas de

B 2 el

(\*\*\*) Esto es, quando el Sol está mas cercano à nosotros, ò toca en nuestro Trópico de Cancer.

el Sol sensiblemente las mismas en los puntos igualmente distantes del medio dia, escojase un dia claro ácia las 9, ò 10 de la mañana, y póngase el nivèl, ò en un Plano Horizontal, ò sobre el tablado, que haya de servir para formar el Relox de Sol. Despues de haber metido la estaca C en el agujero, hecho perpendicularmente en el tablado con un taladro, ò barrena proporcionada à la estaca, colóquese el primer piè derecho, de modo, que estando à nivèl èntre el Sol, y el segundo piè derecho, arroje exáctamente su sombra sobre toda la anchura del segundo, y que el rayo luminoso, que pasará por la muesca E, corte justamente en medio la linea fiducial, cayendo en F. Nótese al mismo tiempo el primer punto en el tablado à la extremidad de la linea fiducial en A, y el segundo punto en la extremidad de la linea fiducial en el otro cabo B. En el instante mismo señálese sobre el segundo piè derecho la altura de la Sombra, y sobre la linea fiducial en F el medio puntualmente del punto luminoso de la muesca E.

A la hora del dia, que queramos, póngase el primer piè derecho ácia el Sol, de modo, que cubra exáctamente su sombra el otro piè derecho: y como el Sol vaya siempre subiendo hasta el Medio dia, y baxando desde el mismo punto en que acabó de subir,

bir, no hay sino dos instantes, en que la Sombra, y el punto luminoso puedan hallarse en la misma altura, y en la misma disposicion sobre la superficie del segundo pié derecho; es à saber, los dos puntos, en que se halla el Sol à igual distancia de las 12 por la mañana, y por la tarde como à las 9, y à las 3, à las 9 y media, y 2 y media, à las 10, y à las dos, y así en las demas horas, con sus quartos, medias, y minutos correspondientes.

Hecha la observacion por la mañana, pongo por exemplo à las 10; esto es, dos horas ántes de la mayor altura del Sol, ò del Medio dia, acúdase à hacer la segunda un poco ántes de las dos, désele vuelta sobre el pernio, ò quicio en que se mueve, colocándole ácia el Sol, que ha pasado ya de la parte oriental à la occidental, y luego que ordenando la posicion del nivél se viere al Sol arrojar poco à poco la Sombra del primer pié derecho sobre el segundo, y el punto luminoso de la muesca con toda precision sobre los puntos notados por la mañana en el otro pié derecho, tenemos indubitavelmente la misma distancia del Medio dia, que tuvimos à las diez, y el Sol en la misma altura de nuestro Horizonte: nótese prontamente en las dos extremidades de la linea fiducial, que atraviesa la base.

Qui-

Quítese yá entonces el nivèl , y tenemos los dos puntos de mañana, y tarde: unanse por medio de dos lineas, que se corten èntre sí , y despues (por la operacion 70) tírese una linea, que pase à igual distancia de estos dos puntos ; y si la operacion está bien hecha , pasará (por la 66) por el punto de la interseccion: y esta linea es la Meridiana, que se busca. Para mayor seguridad , reitèrese otro dia la operacion, y en lugar de las diez, y de las dos, elijanse las nueve, y las tres, ù otros puntos igualmente distantes del medio dia. Si en este caso nuestras Meridianas, tomadas separadamente, se confunden una con otra, ò forman una sola linea, hay razon para juzgar, que hemos logrado el asunto ; pero si sacamos dos Meridianas diversas, es necesario reformar las operaciones, ò el instrumento. (\*\*)

Despues de habernos asegurado de una Meridiana sobre el Horizonte, ò sobre el tablado, que se debió hacer bien firme, la podemos

(\*\*) Otros muchos modos hay de tirar la Meridiana, yá sea formando algunos círculos concéntricos, y observando ántes de medio dia à varias horas el punto en que la sombra de un gnomoncito entra justamente en la periphèria de cada uno de los círculos, ò la roca, y por la tarde la hora en que sale, pues distando las señales, ò secciones hechas igualmente del medio dia, tendrèmos èste, partiendo por medio la porcion de círculo, que hay èntre las tales secciones ; yá por medio de un quarto de círculo bien puesto, y rectificadò, sabiendo el grado de ecliptica en que está el Sol, al hallarle lo mas alto que puede estar sobre nuestro Horizonte, segun nuestra altura de Polo, teniendo puesto en el plano el gnomon nos dará su sombra puntualmente la meridiana ; ò yá de otros modos. Veanse Tossa, Dechales, Vvolffio, Dicc. Matt. tom. 2. pal. Meridienne.

mos pasar à una pared hecha à plomo, à la qual damos el nombre de plano vertical: para este transporte, ò paso solo se necesita tirar una linea perpendicular, à la que acabamos de sacar en el tablado. Porque como esta sea la seccion del plano del medio dia sobre el Horizonte, la otra es la seccion del mismo plano sobre el vertical perpendicular al Horizonte mismo. Con todo eso, no siempre es necesario tirar esta linea sobre el plano de la pared.

Lo que añadirèmos aqui à la operacion, que se ha dicho, nos dará la hora del medio dia con todas las demas sobre qualquiera especie de planos. Basta prolongar la Meridiana, tirada en el tablado, de modo, que toque à la pared en un punto, que se notará alli con cuidado.

Si nuestra idèa fuè solo tener una Meridiana à mano, y en nuestra casa para arreglar los pèndulos, ò el Relox, despues de haberla sacado sobre el plano horizontal, y si es conducente, transportándola al vertical, se levanta alli un gnomon, ò estílo recto, ò obliquo, que arroje la sombra de su vértice, ò de la bola, que termina sobre esta linea, al momento que el Sol llaga al Meridiano, que divide cabalmente nuestro Horizonte. Toda la igualdad de la posicion de este vértice, que es el único punto del gnomon,  
que

que nos interesa, consiste en estar en el plano del Meridiano: pues de otra manera no estando la sombra de este vértice en el plano del círculo Meridiano, no caería al Medio día sobre la Meridiana, que es la intersección del círculo Meridiano sobre el vertical, que se propuso. Al contrario, el vértice del estilo, y su sombra, ò el rayo luminoso, que le atraviesa, estarán infaliblemente en el plano del círculo Meridiano, si el vértice va à dar con su sombra, ò con la luz, que éntre por algun agujero, que tenga hecho en medio, à algun espacio éntre la Meridiana, que está en el plano vertical, y una linea paralela, que esté en el plano del Meridiano. El encontrar esta linea es cosa muy facil: una cuerda, que caiga à plomo, y perpendicular sobre la Meridiana horizontal del tablado, será paralela à la Meridiana, tirada en la superficie vertical: y todo quanto haya éntre estas paralelas está en el plano del círculo del Meridiano: con que el vértice del gnomon se encontrará en él infaliblemente, si al guñar, ò cerrar un ojo se encuentra escondido, ò cortado entre la cuerda, y la Meridiana tirada en el plano vertical por cubrirle la cuerda enteramente.

V. m. sabe muy bien, que el Sol describe todos los dias círculos diversos paralelos al Equador, que declina de este tres meses

sup

con-



consecutivos hasta la distancia de 23 grados y 30 minutos (\*\*) de Meridiano, y que tres meses despues se va acercando al mismo Equador: executando lo mismo en el otro Emisphêrio en los seis meses restantes: con que jamás corta con su carrera al Meridiano, en un punto mismo, dos dias consecutivos; de donde es, que la sombra del vértice del gnomon muda cada dia lugar segun su longitud en la Meridiana; pero al medio dia cae indubitablemente sobre uno de los puntos de ella, y ya más alta, ó ya más baxa nunca le falta en esta hora: porque el Sol, á quien siempre está opuesta la sombra, se halla al medio dia en el plano de este círculo.

Llegando esta Sombra á ponerse sobre la Meridiana, nos advierte, que ya ha llegado el Sol á la mitad de su carrera; pero aún executa más: como cada dia muda lugar sobre esta linea, señala tambien las diversas declinaciones del Sol respecto del Equador: estos puntos se colocan, si se quiere, á lo largo de la misma meridiana, expresándolos con los caractéres de los doce Signos del Zodíaco, ó con los nombres de los meses, y dias, en que el Sol entra en estos Signos, y corre

*Tom. X.* C en

(\*\*) Segun exâctísimas, y modernas observaciones se ha hallado que la suma de la distancia entre los dos Trópicos es de 46 grados, 16. minutos, 41. segundos, y un quarto, con que la semisuma, ó distancia de la Equinoccial al Trópico es de 23 grados, 28. min. 20. seg. y 5. octav. Academ. de las Cienc. año de 1738, y ult. observ.

en ellos tal, ó tal grado. Siete puntos bastan para señalar su entrada en los doce Signos: los dos últimos, ó los mas separados del Equador se hallan en los dos Trópicos de Cancer, y Capricornio: por los otros cinco pasa el Sol dos veces al año, una al ir ácia el un Trópico, y otra al volver; y asi, sirven para la colocacion de dos Signos, pues el punto del círculo de Meridiano, á donde llega el Sol quando pasa por debaxo de las Estrellas de Aries, es el mismo, que toca tambien en el Meridiano, al pasar por debaxo de Libra. El punto de nuestro Meridiano, á que llega quando dexa á Géminis para entrar en Cancer, se halla en la misma declinacion, ó distancia del Equador, que el que vuelve á pasar en nuestro Meridiano, quando dexa á Cancer para entrar en Leon: y esto mismo sucede en los demas puntos, y Signos proporcionados.

No se sigue de aqui, que haga el Sol estos progresos sobre el Meridiano: su camino todo entero es corriendo el círculo obliquo, que se separa por uno, y otro lado  $23\frac{1}{2}$  grados del Equador. De este modo en sus diferentes posiciones, y lugares, que va adquiriendo sobre la Ecliptica, es preciso, que en llegando con su revolucion diaria á nuestro Meridiano, pase por él por puntos diferentes: y la distribucion de estos puntos en la

ex-

extension de dos veces 23 grados, y 30 minutos de Meridiano, no se debe hacer por medio de la division en partes iguales de un arco de 47 grados, sino por medio de una division, que represente sobre este arco la situacion del Sol en las doce casas del Zodiaco.

Para tener el arco de 47 grados de Meridiano, en que encierran las declinaciones del Sol, elegirémos una Meridiana, tirada sobre un plano polar, ó paralélo al Exe, y por consiguiente inclinado 49 grados sobre el Horizonte de París (\*\*), y exáctamente opuesto al medio dia. Sobre esta meridiana, ó sobre la linea M, que la representa, elévese á ángulos rectos la perpendicular E q, que representa al Equador, ó por mejor decir, la interseccion del círculo de la Equinoccial sobre este plano. Del punto, en que esta linea toca la Meridiana, tómese con un compás á la voluntad la distancia, ó la altura perpendicular del vértice del gnomon, ó estilo S: despues llevada esta altura á igual distancia de la Meridiana sobre la linea equinoccial Eq, y con la misma abertura de compás, fórmese á discrecion desde S un arco de Meridiano E C: sobre este arco midanse, tanto ácia la una,

Fig. 2.

(\*\*) Algunos ponen ménos, P. Buffier, georg. &c. En Madrid debe ser inclinacion de este plano de 40 grados poco más: y asi, se deberá entender proporcionado á esta variacion, lo que se dice del Horizonte de París.

como ácia la otra parte , 23 grados y medio para tener las declinaciones del Sol desde su entrada en Capricornio , hasta volver á Cancro ; y al contrario , desde el punto C tarda seis meses el Sol en llegar á E , y desde E tarda otros seis meses en volver á C. El círculo , que corre , y divide en partes iguales , se extiende obliquamente , de modo , que sus dos puntos mas apartados del Equador pasan en la revolucion diaria de la Esphera por debaxo de los dos puntos E , y C del Meridiano. El Sol , pues , llega todos los dias á alguno de los puntos de este arco de 47 grados de Meridiano , segun los diversos progresos , que en los 12 diferentes Asterismos , que adornan , y se hallan en su círculo obliquo , son su órbita annual.

Para dar una idéa de la diversidad de posiciones , con que se presentará el Sol dos veces al año en todos los puntos de este arco de Meridiano , exceptos los dos puntos , de quienes en su mayor declinacion es rasante solo una vez , basta formar el círculo B, E, L, C, desde un punto tomado por centro á igual distancia de E , y de C , y dividirle en doce partes iguales. Si los puntos de division , que se hallan mutuamente colocados á igual distancia del Equador , se unen por medio de lineas sordas , ó punteadas , y paralelas al Equador mismo , las lineas paralelas cortarán el

ar-

arco E C en dos puntos mas distantes éntre sí ácia el Equador, y mas juntos ácia los Trópicos. Estos son los puntos de Meridiano por donde el Sol pasa, y repasa, sin dexar su Ecliptica, siguiendo una derrota uniforme. Si llega, pues, á tocar en E (primer grado de Cancer) la sombra del gnomion S caerá sobre la Meridiana á 21 de Junio; y si en B llega á Aries, ó á Libra en L, la sombra caerá en E q á 21 de Marzo, ó á 23 de Septiembre: si el rayo del Sol viene de Capricornio C, á S, caerá la sombra sobre la Meridiana á 22 de Diciembre. Y de aqui se entiende muy bien la proposicion, que observa en los demas puntos.

El pequeño círculo, que hëmos formado, y extendido desde el punto del Solsticio de Invierno, al del Solsticio del Verano, abraza todo el interválo, que atraviesa la Ecliptica: y como la Ecliptica está dividida en doce casas; que el Sol ocupe lo superior, ó lo inferior de las lineas paralelas, que tiramos de un punto á otro, el efecto siempre es el mismo; el Sol en su revolucion diaria sube, y pasa igualmente por los mismos puntos del círculo Meridiano.

Por este medio, pues, tenemos ya la imagen fiel de las diversas posiciones del Sol en el arco Meridiano, que comprehende, y abraza todas sus declinaciones. Consiguientemente-

men-

Véase el t. 7.  
Conv. X.

mete tenemos las declinaciones de la sombra, que corresponden sobre la Meridiana. Y si esta Meridiana en lugar de estar como aquí está sobre un plano, que forma ángulo recto con el Equador, se quiere formar sobre otro plano diverso, para el asunto es lo mismo, y todo indiferente. Las líneas tiradas del arco E C por S, irán desde aquí tomando, según se prolongan, la dirección, que le conviene á cada una, y todas van á señalar en la línea meridiana el punto de su caída, ó la entrada del Sol en cada Signo.

Los Astrónomos han adelantado la certidumbre, é infalibilidad de estos cálculos, hasta llegar á señalar sobre la Meridiana, y aún á lo largo de las demás líneas horarias la posición de la sombra, que corresponde cada día á la situación actual del Sol en el Zodíaco (\*\*\*) de suerte, que un Quadrante, ó Relox de Sol puede venir á ser un Almanake perpetuo.

El Geómetra se considera como colocado en el vértice del estilo; y de este punto, que la lejanía del Sol le permite confundir con el centro de la Tierra, observa la venida de los rayos del Sol, quando pasa de un paralélo á otro. Los días del Equinoccio los mira llegar perpendicularmente al Exe, que

(\*\*) Ó en la Ecliptica, que es el camino del Sol, y va por medio del Zodíaco.

que atraviesa el punto central, que el Geómetra mismo ocupa. Los ve venir obliquamente ácia sí, y segun obliquidades diversas, á medida, que el Sol se halla en paralélos mas declinantes: el Geómetra hace de estas líneas, que de un dia á otro señalen, y formen diversamente sobre él inmensidad de conos, en cuyo vértice se halla él mismo, y cuyas bases ve ordenadas, y dispuestas de paralélo en paralélo. Calcúla la diferencia de todas estas líneas cónicas, para notar despues con puntos ajustados el grado del curso del Sol, el Signo, la declinacion, el mes, y el dia, que concurren con la hora actual, en que se halla.

Este trabajo, y averiguacion de los Geómetra es de mucho honor al entendimiento, y al discurso humano: pero el conocimiento, que tenemos todos del mes, en que nos hallamos, y del dia, que nos alumbra, nos hace poco atentos á esta multitud de puntos, y líneas, que expresan en los Quadrantes lo que ya sabemos: ignoramos la hora que es, y miramos el Quadrante; sabemos, como se hace alli la distribucion de las horas, y no nos metemos en más.

En lugar de emplear la Sombra del vértice del gnomon, ó un punto luminoso recibido por en medio de la sombra, y cuerpo opáco, yá sea de una casa, ó yá de una

Los quadrantes

ta-

## 24 *Espectáculo de la Naturaleza.*

tabla, ó lámina taladrada, sirvámonos para señalar las horas de un Exe de hierro, representativo del Exe terrestre, por una razon que espero que Vm. apruebe.

Este Exe representativo, colocado enteramente en el plano del círculo Meridiano, corta el medio de la superficie opuesta con una linea de sombra, que se extiende á lo largo de la Meridiana. Esta proyeccion de la sombra del Exe no difiere en este instante de la interseccion del plano de nuestro Meridiano con la superficie, que se le presenta, y pone delante: uno, y otro constituyen una linea recta; y confundiéndose, é incorporándose mutuamente, forman una misma linea. En el punto de este Exe, que se quiera, se puede colocar una bolita, cuya sombra variará lugar todos los dias, como lo varía el Sol, pero sin dexar el medio de su linea. Con que á pesar de todas las declinaciones del Sol, señalará esta linea sombría invariablemente la hora del medio dia, extendiéndose en cada uno de todos los del año á lo largo de la interseccion del plano del Meridiano, con el plano, que se le presenta. Pero todos los círculos horarios, y esto es lo que principalmente es preciso notar, y entender bien, todos los círculos, que el Sol toca, y va cortando de hora en hora, son otros tantos Meridianos de diversos Horizontes. Todos estos  
Me-



Meridianos pasan por el mismo Exe , ò terrestre , ò representativo , pues aqui son una cosa misma ; porque el Exe de la Tierra , y el Exe de un Quadrante se confunden éntre sí respecto del Sol , con que este se halla en el plano de cada uno de estos Meridianos : y por consecuencia la proyeccion de la Sombra de este Exe , mudando lugar de 15. en 15. grados , como el Sol , representa muy bien la interseccion sucesiva de cada plano horario en la superficie del Quadrante , y representa esta interseccion con una linea , que no varía en tiempo alguno del año : efectivamente esta linea es siempre la misma , à la misma hora todos los dias , pues el Sol , sin impedirlo sus declinaciones , llega alli à las mismas horas todos los dias , yá mas alto , à la verdad , y yá mas baxo ; pero siempre en el Plano de los mismos Meridianos. Con que tener sobre una superficie las intersecciones de los planos de los círculos horarios , dispuestos de 15. en 15. grados sobre el Equador , es lo mismo , que tener la proyeccion de las Sombras del Exe , que hacen parte de todos estos Planos ; y recíprocamente tener las proyecciones de la Sombra del Exe , que atraviesa todos estos Planos de un lado à otro , es tener la interseccion de todos los planos horarios con el plano del Quadrante. Tiradas, pues , ya en él estas lineas , póngase el Exe

*Tom. X.*

D

de

de hierro , colocado como el Exe terrestre , y el Quadrante quedará hecho , y señalará perfectamente las horas : y siendo cosa tan fácil hacer las intersecciones de 12 , ò de 24. planos meridianos en una superficie , como dividir un círculo en 12 , ò en 24. porciones iguales : asi por consecuencia será del mismo modo fácil tener las proyecciones de la Sombra, y del Exe, siendo inseparable esta Sombra de aquellas intersecciones.

Quadrante  
equinoccial.

Los Quadrantes toman el nombre de las superficies , en que se forman. Conocemos delineado uno , que sea paralélo al Equador, y le llamaremos Quadrante equinoccial. Téngase tirada una Meridiana sobre alguna tabla, ò sobre qualquiera otra cosa , que nos parezca proporcionada : elévese alli una plancha de cobre , ò una hoja de pizarra , ò una lámina de otra materia : despues de haber formado por la parte inferior , y por la superior un círculo dividido en 24. partes iguales , ò en 48 , si se quieren las medias horas , y hecho salir las lineas desde el centro hasta los puntos de division , atraviésese la lámina con un gnomon recto , que salga perpendicularmente à una , y à otra parte : si hacemos corresponder la linea del Medio dia de la lámina à la Meridiana , sacada ya segun nuestro Horizonte , y que la lámina equinoccial se eléve , de modo , que haga un ángu-

gulo de 41. grados con el Plano de la tabla , ò materia , sobre que se habia sacado la Meridiana , y que sirve de Plano horizontal en París , está todo hecho , y el Quadrante podrá servir todo el año : Pruébolo.

Todo triángulo (por la prop. 133.) equivale à dos rectos ; pero nuestro Equador , su Exe , y el Horizonte , ò la superficie de la tabla , ò materia , en que se hizo la Meridiana , y que es paralela al Horizonte , hacen un triángulo : luego debemos hallar el valor de 180. grados en todos sus tres ángulos ; por la construccion , que acabamos de ver , el Exe forma ángulo recto con el Quadrante , que aqui es lo mismo que el Equador : luego los dos ángulos , que quedan , hacen otro recto ; el Quadrante , ò lámina equinoccial forma ángulo de 41. grados con el Horizonte ; con que nos restan 49. grados para el ángulo , que forma el Exe con el Horizonte , y queda el Quadrante à la justa altura de Polo , que tiene París (\*\*)

Por otra parte estando el Equador por la misma construccion expuesto al medio dia verdadero , de modo , que la linea de las 12. viene à ser la Meridiana , y la linea de las seis , que atraviesa à la misma Meridiana , formando con ella ángulos

D 2 rec-

(\*\*) Para fabricar en Madrid , ò en qualquiera otra parte los Quadrantes , se debe tener presente la diversidad de altura de Polo del lugar , en que se haga la operacion.

rectos sobre planos regulares, se prolonga aquí ácia el verdadero Oriente, y ácia el verdadero Poniente; luego el Equador representativo está paralélo de todos modos, y en todos sentidos al Equador real, y el uno se confunde con el otro. Luego el Sol estará 6. meses seguidos sobre nuestra equinoccial superior, y la iluminará desde 21. de Marzo hasta 23. de Septiembre. Y la mañana siguiente se le verá pasar à la parte meridional, con que alumbrará la otra cara, ò lado del Quadrante todo el Otoño, è Invierno: y el Exe, arrojando allí su Sombra, como el Sol arroja su Luz, señalará de 15. en 15. grados hora distinta. La parte inferior no señalará sino 12. horas ácia el tiempo del Equinoccio, y ocho ácia el tiempo del Solsticio de Invierno, pues no puede señalar mas horas, que las que está el Sol sobre el Horizonte. Al contrario; la parte superior nos dará 12. horas desde el Equinoccio de la Primavera, y 16. en el Solsticio del Estío, pues este es el tiempo que gasta el Sol en correr el Horizonte de París en estos tiempos. (\*\*)

Fig. 3.

Tal es la disposicion muy simple à la verdad, del Quadrante, ò Relox de Sol portátil, que se llama equinoccial, el qual se compone de una brúxula, ò aguja, de un círculo

(\*\*) En Madrid son 15. horas el dia mayor, y el menor 9.

círculo equinoccial movable, de un cuarto de círculo movable tambien, (\*\*) y de un gnomon, que por medio de un muelle se puede llevar, y subir al uno, y al otro lado de el Equador. La Brúxula ayuda à hallar con corta diferencia la Meridiana, quando no la tenemos sacada. El quarto círculo sirve para poner el Equador movable, segun la altura de Polo, llevándole al complemento de ella, segun el lugar, en que nos hallémos; y finalmente, el estilo de resorte, ò muelle nos sirve 6. meses en la parte superior, y otros 6. en la inferior.

El Quadrante horizontal, que es sumamente usado, porque señala las horas todo el año, se forma sobre una lámina de metal, ò sobre una piedra, ò losa llana, antes de colocarle en su lugar. Tírase sobre esta lámina, ò plano la linea XIID, que será la meridiana, con quien convendrá quando se coloque, habiéndola tomado ya antes para este efecto. Si de un punto de la Meridiana, como D, se eleva obliquamente una linea, ò una barrita de hierro P D, que haga con la superficie horizontal ángulo de 39. grados en la altura de París, esta linea imitará al Exe de la Tierra; sobre este Exe en el punto g, tomado à voluntad, elévese una per-

El Quadrante horizontal.

Fig. 4.

(\*\*) La traduccion Italiana omite aqui este quarto de círculo, aunque no en lo que se sigue.

perpendicular, que irá à encontrar la Meridiana, y la superficie horizontal al punto, que llamaremos de las XII: el ángulo del Exe con la Meridiana, y el ángulo recto de la linea gXII. con el Exe, se miden en el suelo al lado de la Meridiana. Estas lineas se harán despues de hierro, y se elevarán en el plano del círculo meridiano; y todas tres lineas se pueden representar con un triángulo de hoja de lata, ò con una chapa triangular de hierro de la misma medida, que se levantará à plomo sobre la misma Meridiana: la espalda, ò lo alto de este triángulo está en lugar de Exe. Forma la linea gXII. ángulo recto con el Exe P D, y este con la meridiana ángulos de 49. grados, que ambos suman 139. grados, restan hasta 180, valor de los tres ángulos, 41. grados, que son cabalmente los que debe tener el ángulo del Equador con el Horizonte de París. La linea, pues, gXII. perpendicular al Exe, y con la inclinacion de 41. grados al Horizonte, es aqui el verdadero rayo del Equador. Y si queremos concebir en dónde estará la interseccion del círculo equinoccial prolongado sobre este Horizonte en esta plancha paraléla al Horizonte mismo, hallaremos la tal interseccion al pié del rayo gXII, y en la linea indefinida O S, que atraviesa perpendicularmente la Meridiana, pues el plano del Equador corta en

án-

ángulos rectos el plano de la Meridiana. En vez de afirmar el Exe, ò lo mas elevado de la planchita triangular sobre una linea, que le sirva de sustentáculo, è imite la inclinacion, ò el rayo del Equador, se puede hacer, ò colocar este sustentáculo perpendicular al plano del Quadrante: esto es indifferente.

Ahora concibamos el resto de las horas, como otros tantos círculos meridianos, que cortan el Equador de 15. en 15. grados, y cuyos planos son luminosos, hasta el Exe, que los atraviesa todos; pero sombríos de la otra parte del Exe en aquel tramo, ò seccion, que está opuesta al Sol. Para saber à qué puntos de la O S llegarán estas lineas, pongamos un Semi-Equador llano, como C 1 2. sobre el Horizonte, abriendo el compás à la medida del rayo gXII, y dividamos este medio círculo en 12. horas, ò en 24, si se quieren tener las medias horas. Pongamos la linea 1 2. consecutiva, y como una con la Meridiana XIID. Las lineas, ò trámites sombríos horarios 1, 2, 3, 4, 5 prolongados, llegarán à la interseccion del Equador real O S, y en los puntos en que le corten se pondrán los números I, II, III, IV, V: del mismo modo se executará con las lineas sombrías 11, 10, 9, 8, y 7 puestas en el semicírculo de 15. en 15. grados, prolongadas

idas hasta la interseccion equinoccial O S, poniendo en los puntos, en que le toquen XI, X, IX, VIII, VII. con las medias horas. Es preciso hacer la division en el semicírculo, donde todas las horas, y todas las divisiones son iguales, y no sobre la linea O S, en donde (por la 71.) tanto más se separan éntre sí, cuánto más obliquamente caen sobre ella.

De este modo, levantando un triángulo de hoja de lata sobre la Meridiana, con su vértice en g, ò un simple estilo, colocado perpendicularmente à la altura, y situacion de g, señalará las horas con sola la sombra del vértice, encaminándola de un punto horario à otro por la equinoccial O S; à causa de estar el tal vértice en el Exe, en donde se cortan todos los círculos horarios; y los puntos de division, ò las horas sobre la equinoccial O S están en los planos de cada círculo horario, en que el Sol se halla. Estando el Sol en un plano horario, el punto g del Exe, que es parte de este plano, y el punto horario sombrío, que corresponde tambien al mismo plano, es cosa clara, que se miran todos tres con exâcta oposicion; y el punto g esconde al Sol en un punto horario, y sirve como de balanza, ò equilibrio para la Luz, y la sombra.

Pero en lugar de la Sombra de un punto

to.



tomemos la de un Exe prolongado à discrecion: y encontraremos aqui la exâctitud cómoda de una línea de Sombra, distinta de qualquiera otra, y una nueva prueba de la rectitud de nuestra division horaria.

El Exe P D, saliendo del Plano horizontal en el punto D, está levantado al ayre en el Plano del Meridiano, y la Sombra de el Exe constituye de tal manera parte de este Plano, que le representa quando el Sol llega à él. Es, pues, este trámite de sombra como una barrita movable, que da vuelta al Exe con perfecta oposicion al Sol, y quando este pasa à otro círculo horario, indica aquella senda sombría el Plano del círculo, que camina el Sol, ganando la parte opuesta à este Astro, y contrahaciendo sus pasos. Para saber seguramente à dónde irá à parar en todo caso esta sombra, miremos nuestra mitad de Equador, que dexamos puesto en el suelo, y dividido sobre el Horizonte, no como un semicírculo puramente delineado, sino como si estuviera construido de materia sólida. Tomemosles por el punto C, y teniéndole en el ayre, sin separar la línea 12 de la Meridiana XII, apliquemos el punto C à g: entónces si el Sol está en nuestro Meridiano encima del punto C, el corte sombrío, y movable, no faltando de modo alguno del Plano, en que está el Sol, caera so-

bre las XII del Horizonte, del mismo modo, que cae sobre las 12 del Equador. Si el Sol pasa 15 grados mas lejos ácia la parte occidental, la sombra del Exe, como una barrita, ò lámina movable, se extenderá ácia 1 en el semicírculo, y llegará à I en el Quadrante horizontal; y en fin, continuará de 15 en 15 grados, cayendo sobre las otras líneas del Semi-Equador, y extendiéndose con la misma direccion, de modo, que encuentre los puntos del Plano horizontal, en que las líneas se ven detenidas, y hasta donde están prolongadas. Pero este corte de Sombra, dando vuelta como una lámina movable al rededor del Exe, sale de todos los puntos de este: luego sale de el punto D como de todos los demas: con que todos los círculos horarios, que representa, se cortan mútuamente en el punto D; y este punto, del qual sale el Exe del Quadrante, viene à ser el centro del Quadrante, y de las horas: no se trata ya, pues, sino de tirar desde el punto D las líneas horarias, ò à los puntos horarios VII, VIII, IX, X, XI, XII, I, II, III, IV, V, y à medida que el Sol arrojará sus rayos de un lado del Exe, la Sombra caminará necesariamente por detrás del Exe à lo largo de las líneas opuestas.

Quando la Sombra llegáre à estar paralela à la línea C 6 de nuestro Semi-Equador,

es-

estará también paralela à la interseccion equinoccial O S : con que no pudiendo hallarla la Sombra , es preciso buscar otra linea , en que señalar las 6.

Puesto que la linea de la Sombra , que da vuelta al Exe , y al centro D , se halla à las 6 perpendicular à nuestro círculo meridiano , y paralela à la interseccion del Equador , solo se necesita tirar sobre el centro D , por donde debe pasar la Sombra horaria , una paralela à la O S , y esta paralela será la interseccion sobre el Horizonte de la Sombra horaria à las 6 ; pues representando la Sombra el Plano del círculo de las 6 , debe cortar el Horizonte al lado opuesto del Exe , que está como recostado sobre el medio de este plano horario , y seguir siempre una direccion paralela à la O S : luego el lugar , en que se debe tirar la linea de la 6 , es al pié del Exe mismo ò centro del Quadrante , ò en el concurso de todas las horas , y à ángulos rectos sobre la Meridiana.

Si el Sol está sobre el Horizonte ántes de las 6 de la mañana , ò despues de las 6 de la tarde , para tener las 4 , ò las 5 de la mañana , solo es necesario prolongar al otro lado de la linea de las 6 las lineas , que señalan las IV , y las V de la tarde ; y para tener las VII , y VIII de la tarde , es preciso prolongar del lado de allá de la linea,

que da à las 6, las que dan las VII, y VIII de la mañana. La razon de esta conducta es palpable. Si el Sol, despues de haber corrido de 15 en 15 grados 12 círculos horarios, se halla aún sobre nuestro Horizonte, los círculos nuevos, que corre, son los mismos que los precedentes, aunque tomados al contrario. El plano de cada círculo horario, á donde el Sol llega, está la mitad iluminado, y la mitad sombrío: iluminado hasta el Exe, y sombrío despues de él. Asi el Sol à las 6 de la mañana arroja la sombra del Exe à la parte occidental; y 12 horas despues, arribando al mismo círculo, envia su luz, à donde, echaba la Sombra, à las 6 de la mañana; y la Sombra del Exe la encamina ácia la parte oriental. Y esto mismo sucede en las otras horas. Pero lo más, à que se puede extender, es desde las 4, ò 5 de la mañana, hasta las 7, ò 8 de la tarde en el Verano, estando el Sol fuera de este tiempo debaxo de nuestro Horizonte.

Quadrante vertical.  
Fig. 5.

Para tener el Quadrante, ò Relox vertical en una pared, ò superficie exâctamente opuesta al Medio dia, es necesario clavar en la pared, ò Plano, sobre la Meridiana tirada ya en él, un Exe, que haga con el Plano un ángulo de suplemento de la altura de Polo, como de 41 grados para París. (\*\*)

(\*\*) Y cinquenta para Madrid.

antelacion sobre el papel, tirando en él la línea  $DP$ , que forme con la Meridiana  $DC$  ángulo de  $41$  grados. Elèvese despues sobre Exe  $DP$  desde un punto, tomado à discrecion como  $g$ , una perpendicular, que caerá sobre la Meridiana en el punto, que se notará  $XII$ : esta línea  $gXII$  hará consiguientemente ángulo de  $49$  grados, que es la distancia del Equador al Zenith de París, la qual es siempre igual à la altura de Polo sobre el Horizonte del lugar, de que se habla. Dividiendo el ángulo recto, que forma la pared vertical, y à plomo con el Horizonte, en dos ángulos agudos, uno de  $49$  grados del lado de la pared, y otro de  $41$  del lado del Horizonte, la línea  $gXII$  es por consiguiente paralèla al Equador, y puede tomarse por el rayo del Equador. Con la abertura de compás igual à este radio equinoccial fórmese, como se hizo en el Quadrante horizontal, un medio Equador, ò semicírculo  $C12$ , divídase en  $12$  partes iguales, notémos la primera, y última con el número  $6$ , ò llamèmosle línea de las  $6$ , y la del medio será de las  $12$ . Póngase esta unida con la Meridiana  $XII$ , y despues prolonguense las demas líneas de las restantes divisiones, hasta que encuentren la  $OS$  perpendicular à la Meridiana en  $XII$ , al mismo tiempo que pasa por el piè del radio equinoccial  $gXII$ . Si se concibe el Exe  $PD$ , como que sale de la pared, y que

levantando el Semi-Ecuador lineal llevamos el centro C al punto g del Exe, veremos, que la linea OS es la interseccion del Ecuador sobre el plano de la pared. Todos los círculos horarios, fuera del de las 6, dirigen la Sombra desde el Exe hasta la interseccion equinoccial OS. Las lineas tiradas de las divisiones de la interseccion OS, deben, segun esto, ir todas à parar al punto D, en donde el Exe está clavado en la pared. Una linea tirada por este punto D, y paralèla à la seccion OS, representa la Sombra movible, que dando vuelta al Exe, corta en ángulos rectos la Meridiana: V. m. sabe muy bien, que esta es la linea de las seis de la mañana, y de la tarde. Tiradas, pues, estas lineas (que todas son secciones de los Planos horarios) en el plano de la pared vertical, que mira al Medio dia, sin perder nunca el gnomon el ángulo de 41 grados, queda el Relox hecho.

Supuesto que esta pared opone sus dos lados al verdadero Oriente, y al verdadero Poniente, es preciso, que el Sol arroje los rayos à las seis de la mañana, y de la tarde, paralèlos à la pared, y que enfile todo su grueso. El Quadrante vertical, y exâctamente meridiano, no puede segun esto, señalar la hora, sino desde el instante inmediato despues de las 6, en el qual envia  
 sus

sus rayos rasantes, empezando à iluminar la pared, y prosiguiendo en executarlo hasta el momento inmediato à las 6 de la tarde, en que ya cesa de bañar aquel Plano con sus rayos. Puedense no obstante señalar las demas horas, que el Sol da ántes de las 6 de la mañana, y despues de las 6 de la tarde, trasladando à la superficie septentrional las mismas medidas, que dimos ántes, y prolongando en aquel Plano con rayas, ò puntos coloridos, las horas de IV, y V por la mañana, y de VII, y VIII por la tarde.

Quadrante Septentrional.

Mudèmos de Plano: tomèmos una pared, que mire exáctamente por uno de sus lados al verdadero Oriente, y por el otro al verdadero Occidente. Esta pared está en el Plano de nuestro Meridiano: el círculo horario meridiano, que pasa por encima de nuestras cabezas, y el Exe, que pasa de una à otra parte de este círculo, son paralélos à nuestra pared, ò se miran como penetrados con su grueso. El exe del Mundo no forma ángulo con el Plano de esta pared. Si el Exe no hiere la superficie de la tal pared, el Quadrante, que queremos formar en ella, no tiene centro, ò punto comun, en que los círculos horarios se corten mútuamente: ¿Cómo, pues, podrèmos obligar, à que se encamine à este plano la Sombra del Exe, laminita de Sombra movable, que corresponde al Sol, trocando de círculo de 15 en 15 grados al rededor del Exe?

Quadrante Oriental.

Es-

Esto se executará elevando sobre el Quadrante una lámina de hoja de lata en forma de cuadrilongo, que con su linea superior imíte la posición del Exe: ò si no, introduciendo en la pared, y asegurando una estaca, ò sustentáculo, que sostenga en su extremidad una barrita de hierro paralèla à la pared, y al Exe del Mundo. La sombra, en este caso, dando vuelta, ó girando al rededor de este Exe representativo en un sentido, y camino opuesto al que lleva el Sol, caerá directamente sobre la pared à las 6 de la mañana, quando el Sol le hiere cara à cara, y la Sombra irá baxando conforme el Sol va subiendo. La sombra misma de este Exe caerá 6 horas despues perpendicularmente à la proyeccion de la hora sexta, y paralèla à la pared: con que no se podrá señalar en este Quadrante la hora del medio dia, si ya no se toma por señal esta misma circunstancia de acabar de señalar, ò de no hacer sombra alguna, que nos pueda decir la hora que es. Una lámina semejante, ò el cabo de una varilla de hierro, colocada del mismo modo en la superficie de la pared opuesta à la precedente, comenzará al punto, que pase el Medio dia, à dirigir su sombra à la pared. Todas estas proyecciones son necesariamente paralèlas èntre sí; pero, ¿y quáles son los espacios diversos, con que se deben señalar? Todavía nos servirá tambien aqui de regla un Semi-Ecuador por medio de la llegada, ò contacto de sus lineas

ho-



horarias á una línea, que representa la interseccion del Equador real sobre el plano.

Tírese una línea horizontal  $H O$ , y sobre el punto  $A$ , tomado á voluntad en esta línea, paralela al Horizonte, fórmese el ángulo  $M A L$  igual à la altura de Polo, en que nos hallamos. Continuarémos en tomar, por exemplo, 48. grados, 50. minutos, ó simplemente 94. grados, que es la elevacion de Polo sobre el Horizonte de París (\*\*). Si se tira, pues, por el punto  $A$  la línea  $E Q$ , que forma con la Horizontal  $H O$  un ángulo igual á la elevacion del Equador, ó con la  $A M$ , paralela al Exe, un ángulo recto, estas tres líneas  $E A Q$ ,  $M A C$ ,  $O A H$  representarán las intersecciones del Equador, del círculo de la hora sexta, y del Horizonte con el Meridiano, que es la pared.

En los Reloxes precedentes no hémos hablado de la Línea substilar, que pasa por el pié de un estílo, ó gnomon recto, perpendicular al plano del Quadrante, sea para señalar la sombra de su vértice, ó sea para sostener el Exe. Esta substilar hasta aqui no era otra que la Meridiana: con que estando ahora el Meridiano, y línea Meridiana en el plano de la pared, la línea substilar será la línea de las 6. Sobre el punto  $A$ , y una línea in-

*Tom. X.* F cli-

(\*\*) O quarenta en el Horizonte de Madrid.

clinada 49. grados encima de la horizontal, colóquese una lámina de figura paralelógrama, para notar la sombra de su linea por superior, ó elèvese un estilo recto para tener la sombra de su vèrtice ó una estaquilla recta, que sostenga una varita de hierro paraléla al Exe del Mundo. La razon de elegir este punto A por pié del estilo, y de la linea M A C para formar la subsilar, está fundada en el aspecto del Sol.

A la hora sexta, quando los rayos del Sol rasantes del plano del Equador, y paralélos á él, forman un ángulo recto con nuestro Meridiano, hacen tambien del mismo modo ángulo recto con la pared oriental: luego enfile perpédicularmente al estilo recto, ó á la lámina perpendicular al plano, y están en este instante sin Sombra el uno, y el otro. Una barrita de hierro, colocada en la parte superior del estilo recto, y paraléla al Exe, echará á las 6. su sombra sobre la linea M A C, ordenada segun el Exe del Mundo. Esta linea de Sombra será la mas corta de quantas puedan caer en el plano por ser perpendicular á él: dando despues vuelta, como una lámina movible, al rededor del Exe representativo, se irá prolongando á la medida que vaya siendo mas oblíqua, y caerá á lo largo del plano, terminándose en él con una linea paraléla siempre á la proyeccion precedente de la Sombra.

Pa-

Para saber cuánta debe ser la altura de la estaca, ó sustentáculo, que mantenga la varilla de hierro paralela al Exe, ó la altura de una lámina, ó de un gnomon; y para determinar los espacios de las horas; emplearémotambien una porcion de Equador, formándola desde luego sobre el plano en la superficie del Quadrante.

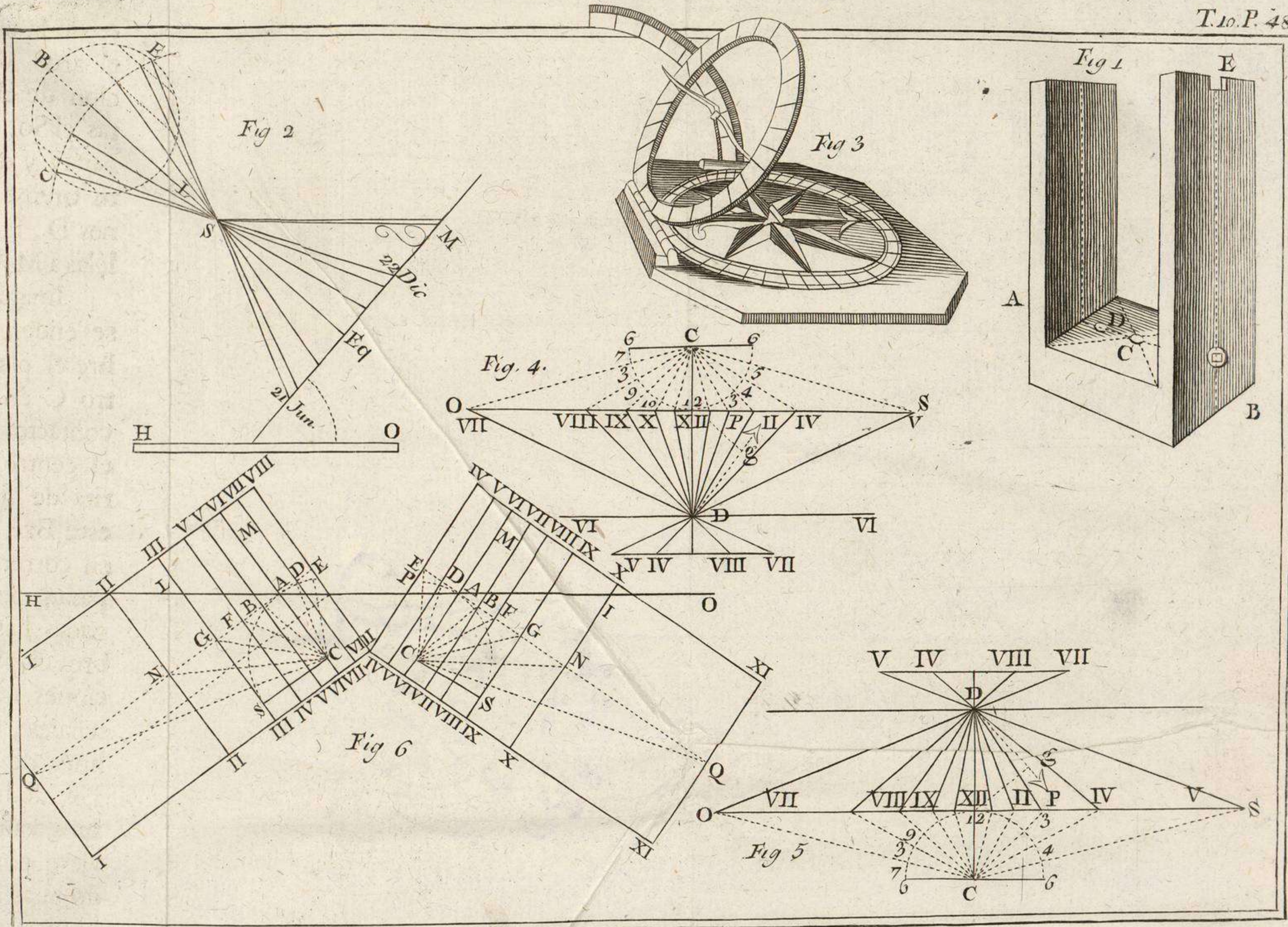
Tómese la longitud A C á voluntad, después con esta longitud, como radio, y desde C, como centro, describase el arco A S de 90. grados: divídase esta quarta parte de Equador en seis partes iguales, y por los puntos de division tírense sobre la seccion equinoccial E Q las lineas CB, CF, CG, CN, CQ: después por los puntos B, F, G, N, tírense paralelas á M C, ó, lo que es lo mismo, perpèndiculares á la equinoccial E Q: y estas serán otras tantas lineas horarias desde las 6. de la mañana hasta las 11.

Con semejante operacion se tendrán las lineas horarias en la superficie occidental; y si se quiere, se puede delinear el Relox de las horas orientales en un papel, que untado con aceyte, y mirado al revés, dará las horas occidentales con sola la diferencia de que la cifra XI se trocará en la I despues de el medio dia, y las X en II, y asi las restantes.

Para tener las horas, que preceden á las

6. de la mañana, y las que se siguen á las 6. de la tarde, no es necesario sino proseguir el arco descripto, y tomar en la continuacion de él otras tantas veces 15. grados, quantas el Sol dá horas ántes de las 6. de la mañana, y después de las 6. de la tarde: para esto tírense dos lineas desde C á las dos divisiones D, E, y por estas dos divisiones las paralelas á M A C.

Imaginémos ahora, que el arco C P A S se endereza, y levanta perpendicularmente sobre el plano del Quadrante, quedando el centro C en el ayre, y siendo A el punto del contacto sobre la seccion E Q: clávese en el centro C un cabo del Exe, ó de una barrita de hierro paralela á M A: S la sombra de este Exe, dando vuelta, tardará ocho horas en correr el arco P A S. Las paralelas, que pasan por las divisiones de P A S, prolongadas hasta la seccion del Equador E Q sobre el plano del Quadrante, son las intersecciones necesarias, ó las diversas caidas, y señales, que hará sobre el plano el corte, y linea de la Sombra, que rueda debaxo del Exe de hierro opuesto al Sol. Aunque nos hemos valido de un Exe de hierro, que atravesase por el vértice del estilo para hacerlo todo mas sensible, se puede qualquiera servir de un gnomon recto (cuyo vértice será solamente el que señale) ó de una lámina de hoja de



Los Quadrantes

Fig. 1.

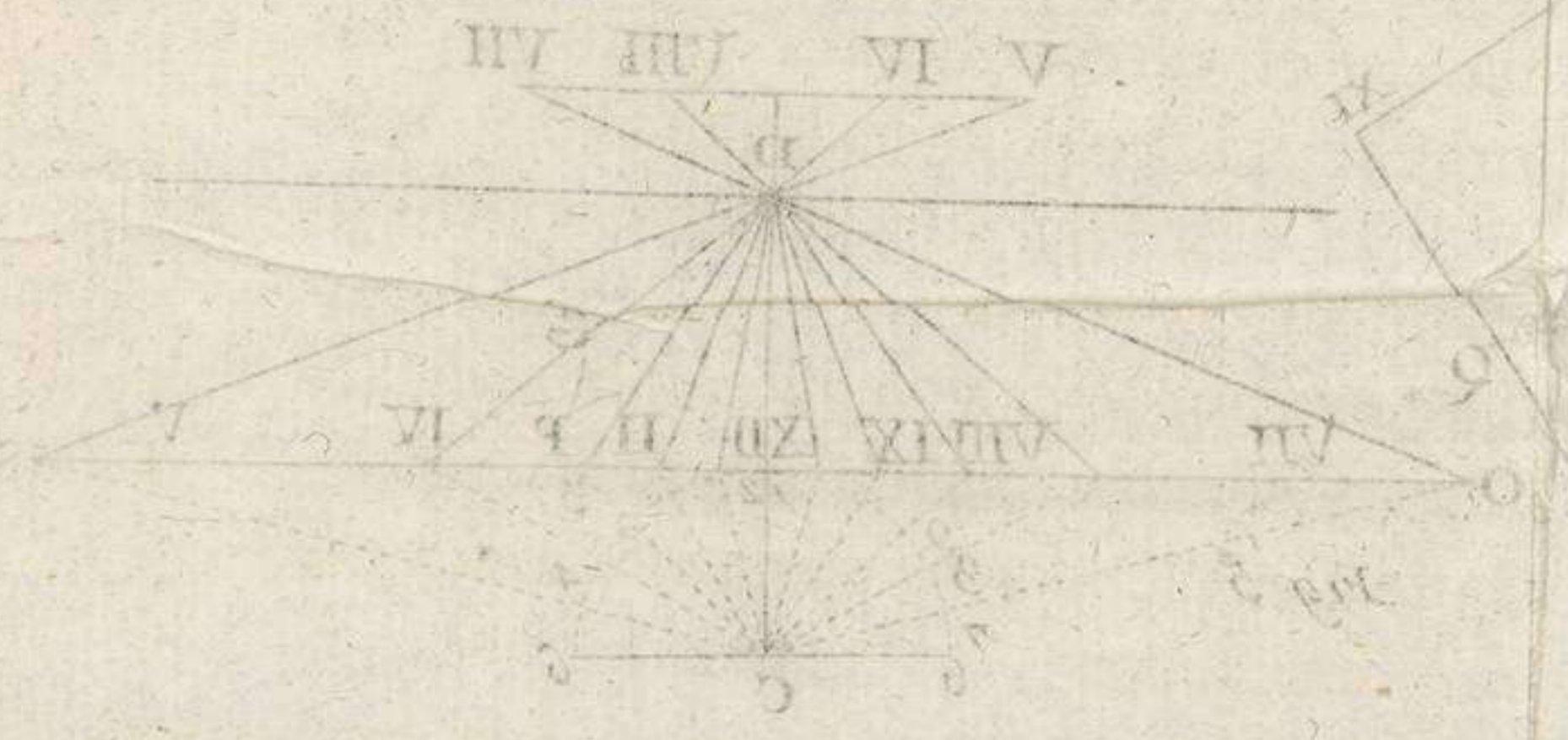
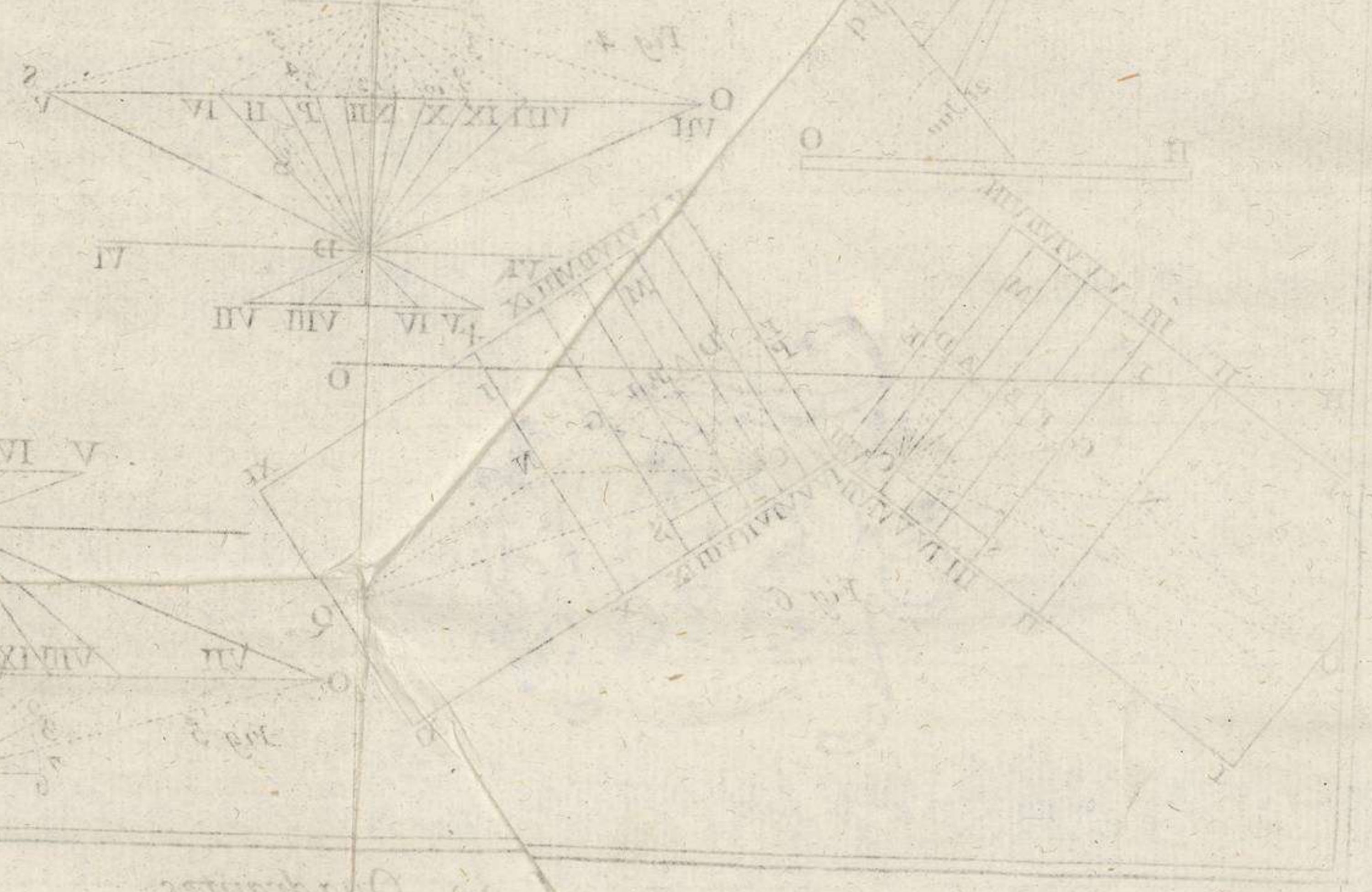
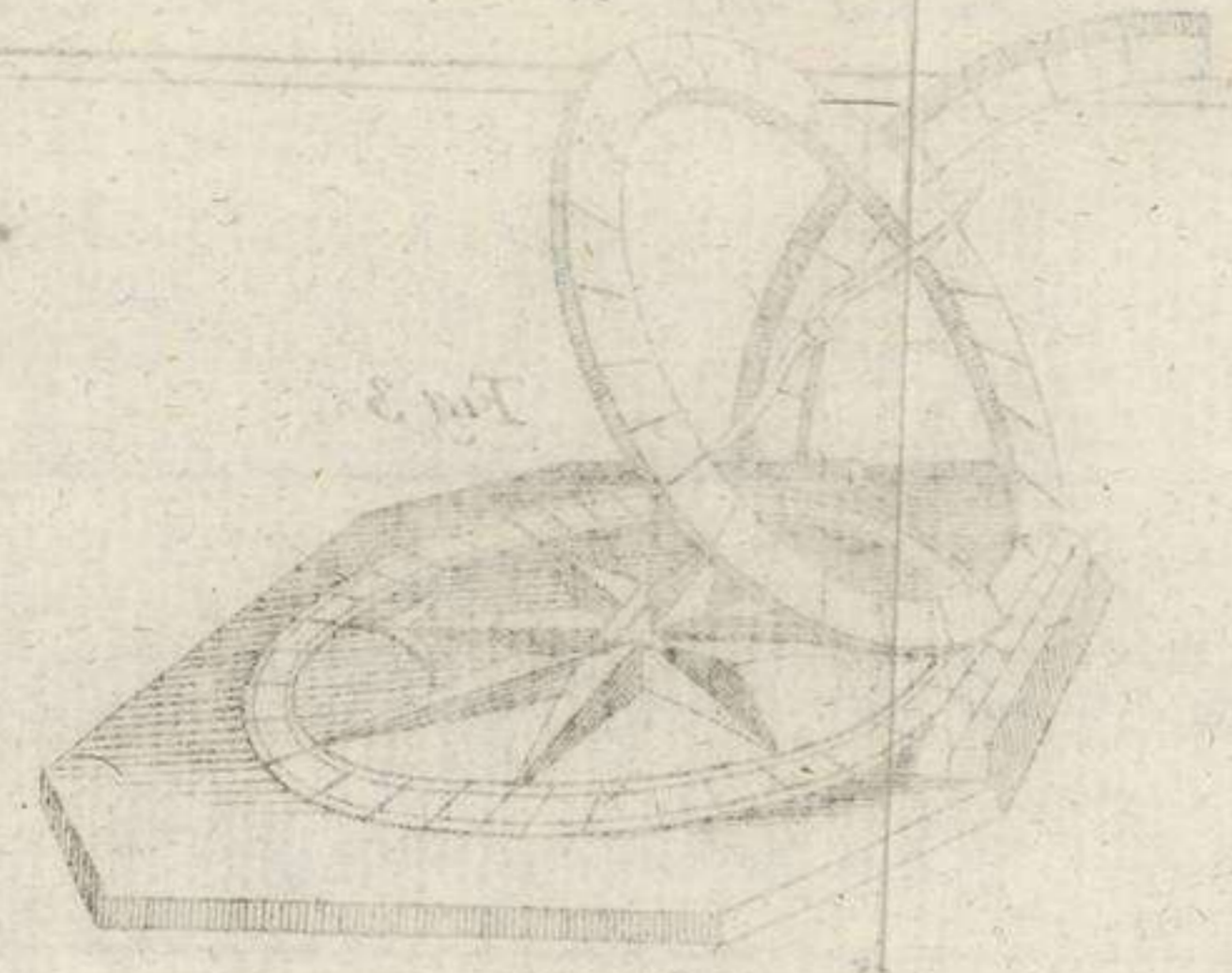
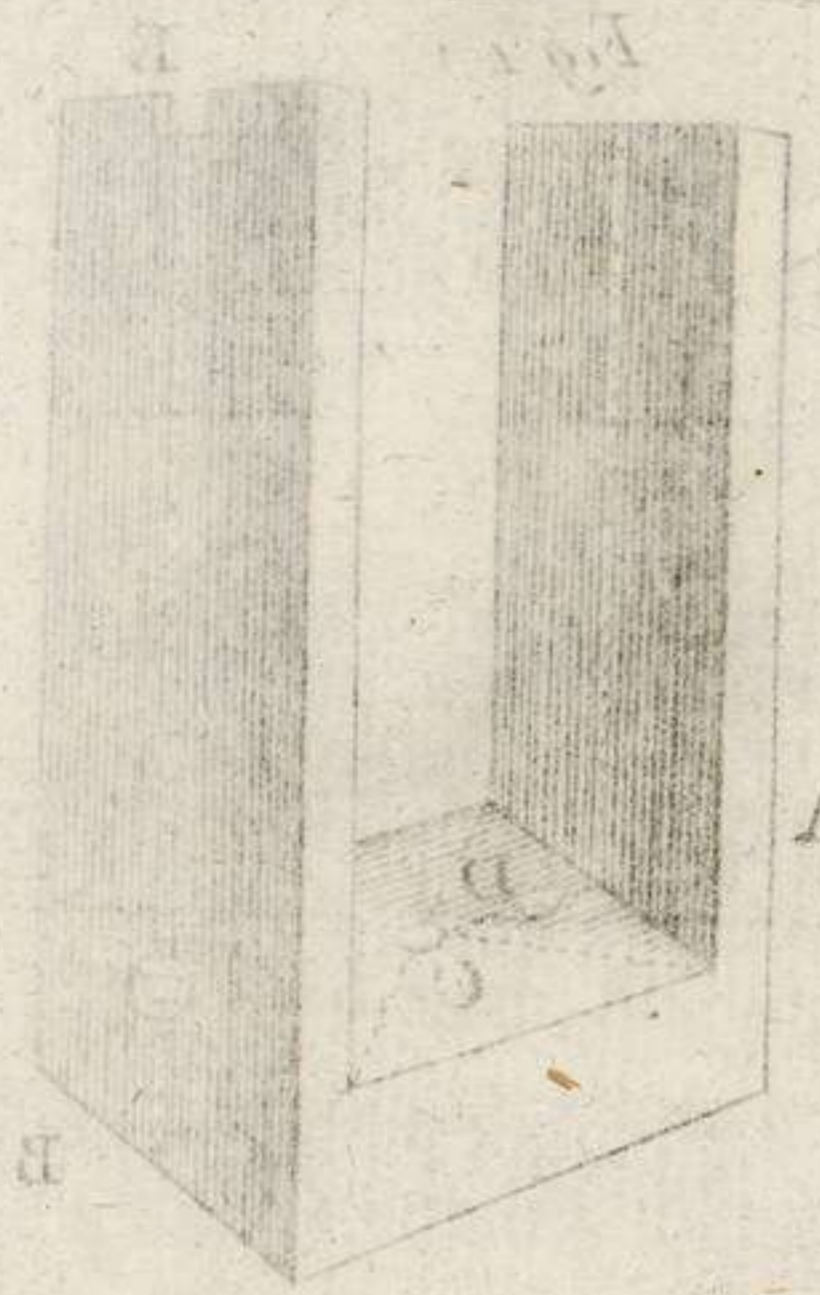


Fig. 5.

de lata, que con su linea superior indique la hora. Lo que se necesita es, que la estaca, que sustenta el Exe de hierro, ó el simple estilo recto, ó el paralelógramo de hoja de lata, sea de la altura de  $CA$  radio del Equador, que lo arregló todo.

El Relox, ó Quadrante polar; esto es, aquel, cuya superficie es paralela al Exe, prolongando sus dos extremidades ácia los dos Polos, y haciendo cara al medio dia, tiene paralelamente las proyecciones de la Sombra dispuesta con lineas paralelas. No hay en este Relox centro, porque el Exe no le atraviesa, el Meridiano cae directamente, y le corta con una linea recta, que es la Meridiana. Si se eleva algun cuerpo, para que haga sombra, ha de ser en el plano del Meridiano, de modo, que eche, quando el Sol se halla en él, la sombra mas corta: pues (por la 71.) es perpendicular al plano por pasar el Sol por encima de él directamente. Pero en las demas horas se irá prolongando más, y más de una, y otra parte la Sombra á proporcion de su obliquidad, y cesará de señalar la hora á las 6. de la tarde, y volverá á señalarla poco después de las seis de la mañana, porque la sombra, que arroja 6. horas ántes, ó después del medio dia, es paralela al plano, con que no le encuentra más. Ya sea que se forme este Quadrante con un Exe paralelo al

al Exe del Mundo, colocándole, y suspendiéndole en el vèrtice de un estilo recto; yá sea que se eleve sobre la Meridiana una lámina en forma de quadrilongo, ó yá que solo se le quiera poner un estilo recto, para que señale con su vèrtice las horas; es necesario, que la estaca, que sostiene al Exe, lámina, ó estilo, sean de la misma altura que el radio, que haya servido para dividir, como ya diximos, las horas sobre una interseccion equinoccial, que corte perpèndicularmente la Meridiana al piè del gnomon. Un Semi-Ecuador, delineado ligeramente sin ahondar en el plano del Quadrante, con cinco divisiones de cada lado de la Meridiana, dará todas las horas posibles en el plano del Quadrante, y los puntos por donde se han de tirar las lineas paralélas á la Meridiana.

Reloxes irregulares, ó declinatorios.

Los Quadrantes de que hasta aqui hémos hablado, son simples, y regulares por la igualdad, y rectitud de su aspecto ácia ciertas partes del Mundo. La regularidad, y correspondencia del plano del Relox á determinados círculos de la Esphêra, ayuda en esta especie de Quadrantes á hallar fácilmente la proyeccion de la Sombra. Pero si las superficies donde se pide un Quadrante, declina, esto es, se aparta de esta correspondencia, è igualdad de aspectos, haciendo ángulos agudos de una parte, y obtusos de otra con la Meridiana.



diana, ó con otros círculos, las reglas se varían entónces, como se varían las posiciones, y no en corto número á la verdad. Estas reglas se han tratado muy sabiamente por los Padres Clavio, y Dechales, y asimismo en las Gnomónicas modernas de M. Desparcieux, y M. Ribard. Todos los casos, que se pueden ofrecer, se ven prevenidos en estas Obras, y todas las declinaciones, que convienen á los tales casos, se hallan determinadas por medio del cálculo trigonométrico.

No habiéndole dado á Vm. hasta ahora sino una ligera tintura, y uno como diseño del método de los Geómetras, porque la Historia del origen de las Artes, y de las primeras acciones prácticas, que el entendimiento del Hombre ha dado á luz, me obligaban á esto; no debo pasar los límites, que me he puesto, ni proponerle á Vm. al presente la determinacion de los Quadrantes para toda especie de aspectos por medio de la comparacion, y cálculo de senos, secantes, y tangentes. Con todo eso, como la mayor parte de las fachadas, y paredes, en que se puede desejar un Relox de Sol, son irregulares, y fabricadas sin la mira, é intencion de levantarles sus planos opuestos directamente á alguno de los puntos del Mundo, he ideado suplir los cálculos con una máquina, que abraza con poco trabajo casi todos los casos, que

que se pueden ofrecer. Con la descripción, que vamos á hacer, verá Vm. que se puede executar esta máchîna, aún por un Carpintero de Aldéa, poniéndole debaxo de la dirección de dos Inspectores tan hábiles, como exáctos, quales son el nivél, y el compás. Por otra parte esta máchîna es una imitacion muy sencilla de la proyeccion de la Sombra, y de la Luz, segun la diversidad que tiene cada hora, y casi sin distincion para toda suerte de planos. La práctica no es solamente mecánica, sino Mathemática tambien; pues la medida de los movimientos, que se ven en ella, es tan Geométrica, como lo son las mismas linas calculadas, demonstradas, y convencidas.

Máchîna horaria. Fig. 7.

Al nivél N, de que nos servimos para hallar la Meridiana, añadanse las piezas siguientes.

El sustentante S S, ajustado en la cotana, ó agujero quadrado con los encaxes, y espigas M M, de las quales una está afirmada con el tornillo superior V S, y la otra atravesada, ó calada en la parte inferior de el nivél N con la segunda clavija, ó pitón z C. En lo inferior del sustentante W, que está por esta parte cortado obliquamente, y haciendo con el Horizonte un ángulo igual á la elevacion del Equador, que aqui es de 41. grados, está colocado un semicírculo E Q,  
pa-

paralélo al Equador , cuyo nombre le daremos por ahora. Este Equador está dividido en 12 , ò en 24 partes iguales para las 12 horas , ò para las 24 medias horas. Si hubiere necesidad de mas horas , siendo el Equador movible , las dará todas mudándole : el Equador se debe cortar , escofinar , y componer de modo , que su anchura , y grueso sea igual à la extremidad de todas las divisiones , dientes , ò puntos.

El Exe A está asegurado por el sustentante SS , ayudado de una tornapunta , y dirige su parte superior à la linea Meridiana necesaria en la mayor parte de los Quadrantes. Sobre este Exe rueda la Plancha L , con su brazo , y encaxe B. Este Brazo vuelve , y presenta su encaxe ; proporcionado à cada diente del Equador , de modo , que ajuste en él , y pueda despues salir para pasar al diente , que se sigue.

La Lámina L es de una madera de cinco lineas de gruesa , y está atravesada de quatro canalitas de dos lineas , y media de profundidad: las dos paralélas al Exe PP , y las otras dos , que atraviesan la Lámina , y están perpendiculares al Exe TT.

Las RR son muchas reglitas de diferente longitud , y de una anchura exâctamente proporcionada à las canales PP , y TT , en que deben entrar.

Cada reglita tiene su linea fiducial, y todas son puntiagudas, aunque debe la punta con todo eso ser llana por el lado, que entra en la lámina, y de modo, que la extremidad de la Reglita carga en la linea fiducial. Estas reglitas pueden tener, si son de madera, quatro, ò cinco lineas de grueso, de suerte, que no se puedan caer; pero serán mas à propósito, si se hiciéren de hierro, ò cobre. Afirmanse con un tornillo, que entre en la hembra, ò espiras de un agujero permanente.

El Brazo B representa el rayo del Sol, ò el trámite luminoso del Plano de un Círculo horario, qualquiera que sea. La Plancha L, resistiendo siempre, como opuesta al Brazo B, representa la senda, y corte sombrío; ò el resto del Plano horario detrás del Exe. Si el Sol B dexa un punto del Equador, y pasa 15. grados más adelante, la Sombra, ò la Plancha (que aqui son una cosa misma) se moverá al contrario del Sol otros 15 grados.

Si esta Plancha, ò Sombra movable se prolongáse hasta el Plano de la pared, que se le presenta, y opone, cortaría la superficie de ella con una linea recta; y con dos puntos solos, que tengamos de esta interseccion, tendríamos la linea entera (por la prop. 7.) Pero introduciendo quanto se quiera nuestras reglitas por las canales paralelas,

ò transversales de esta Plancha, la prolongan, y llevan consigo dos puntos, que se pueden señalar allí donde llegaron: y como teniendo los dos puntos de una interseccion, se pueden unir con una linea recta, tendremos ya de este modo la interseccion entera. Imitando el Brazo B el camino regular de el Sol de 15 en 15 grados, que se cuentan en el Equador, ò en un Círculo paralelo à él, nuestra Plancha, ò nuestra Sombra, camina con la misma regularidad: las reglitas prolongan en todos los Planos la proyeccion de la Sombra, alargándose, ò ácia la parte superior, ò ácia la inferior, ò lateralmente: los dos puntos, que logramos de este modo, son equivalentes à una linea de interseccion; y como toda linea de interseccion nos da los dos puntos de todos los descensos de la Sombra, tenemos por consiguiente las intersecciones de los Planos de todos los Círculos horarios, tomando siempre reglitas, ò mas largas, ò mas cortas, segun la regularidad de lo próximas, ò lejanas, que se hallásen las paredes.

Esta máchîna camina regularmente como el Sol de 15 en 15 grados, ò de 7 y medio en 7 y medio. Quando el Brazo, que representa al Sol, llega à las divisiones orientales del Equador, el tramo de Sombra va à señalar fielmente en la parte occidental, y al con-

trario. En fin, del modo mismo que la acción del Sol es invariable, è independiente de los caprichos, y extravagancias de los aspectos, que se le presentan, y oponen, la acción de la Máchîna horaria sigue su constancia, y arroja sus Sombras exâctamente ordenadas sobre qualquier plano que sea. La diferencia, que experimentamos éntre la proyeccion natural de la Sombra, y el camino artificial de nuestra interseccion, y corte movable, es, porque ignoramos la cantidad fixa del progreso de las Sombras naturales: en vez de que sabiendo aqui justamente el camino de nuestro Sol B, conocemos del mismo modo los 15, ò siete grados, y medio, que ha corrido nuestra lámina. Unanse los dos puntos de Sombra de cada progreso, y adelantamiento, que hace, y tenemos no solamente la hora, y la media que buscamos, sino tambien el conocimiento exâcto de toda la operación.

Esto se probará con una breve induccion de los Planos diversos, que vamos à presentarle à nuestra Máchîna horaria.

No es necesario apresto, ni máchîna para delinear un Plano equinoccial superior, ò inferior, pues uno, y otro se reduce solamente à la division de un Círculo en 24 partes, con un Exe, que se fixe, formando ángulos rectos en el Círculo inclinado como el Equador.

Pa-

Para formar un Quadrante horizontal, pongase el Nivel, y el Exe A, bien asegurados sobre la línea Meridiana, e introducidas las reglitas por los canales P, P, los puntos, que señaláren à la diestra, y à la siniestra del Medio dia, ò de la Meridiana imitarán todas las mutaciones de la Plancha movable, y dividirán el Exe, que vendrá à ser de este modo el centro del Quadrante. No hay necesidad de buscar una línea equinoccial, pues la Plancha, ò trámite de la Sombra, quedando perpendicular de una y otra parte à la Meridiana, será la línea de las 6. Para tener las 16 horas de los días mayores, despréndase el Equador de debaxo de los tornillos W, de suerte, que tengamos de una parte, y de otra de la Meridiana ocho dientes, ò puntos, y ajústese así el encaxe B, y tendremos de este modo las 16 horas, que buscamos.

Es el Plano vertical, yá sea Meridional, ò ya declinatorio à una parte, ò à otra. Póngase el Nivel, y los pitones, ò clavijas 1 c, 2 c, y el Exe A sobre la Meridiana horizontal, condúzcase la lámina, de modo, que quedando à determinada distancia de la Meridiana, deteniendo el brazo B en las 12, corriendo paralelas al Exe las reglitas, y subiéndolas, irán à buscar la pared, señalarán en ella la Meridiana, y despues todas las de-

demas intersecciones , que fuéren posibles en aquel Plano. Si el plano corta à ángulos rectos el Meridiano , las reglitas nos darán quatro puntos , que formarán la linea de las 6 perpendicular à la Meridiana. Pero si la pared declina , por exemplo , del verdadero medio dia ácia el Oriente , y el Exe de la máquina horaria expuesto , y prolongado con una regla , ò cuerda ; indicará el punto , en que es necesario poner un Exe de hierro , que entre en la pared , el qual vendrá à ser el determinativo de todas las lineas horarias. Pero aún sin buscar asi el centro , se hallará de este modo : la Plancha movable , dexada à su peso , y libertad , baxará ácia el punto final de la Meridiana del tablado , en que se sacó , y con sus dos reglitas alargadas ácia lo alto , ò transversalmente , indicará en la pared la verdadera Meridiana del lugar , la qual cae à plomo del Zenith al Horizonte.

El Brazo B , llevado ácia la una , ò ácia las once , y succesivamente à las demas horas , hará jugar la Plancha en dos sentidos , ò de dos modos opuestos , y las reglitas , alargadas , ò acortadas , segun la posicion de la pared , dexarán en todas partes dos puntos para cada corte , que se halla en todas las horas. Como este corte movable tiene su centro en el Exe , las lineas horarias van à parar todas à él , en un mismo punto de Meri-  
ri-



ridiano, y muestran aquel en que el Exe se debe fixar en la pared. Para tener este Exe en su paralelismo con el Exe del mundo, se le pone un sustentáculo, à que llaman estílo, y que se puede poner recto en la linea, que representa la interseccion del Círculo vertical conveniente al Quadrante. Este Quadrante en efecto se puede mirar como un Horizonte diferente del nuestro. Quando la Plancha movable se halláse entre el Plano del Quadrante y el Exe en frente del punto de Cielo, vertical al Quadrante, la linea, que las reglitas, dirigidas por TT, nos darán entónces, será la substilar, en que se acostumbre poner el sustentáculo del Exe. Esta linea, como V. m. ve, es la verdadera meridiana del plano del Quadrante, la qual viene à ser diversa de la meridiana del lugar, quando el Quadrante declina. Pero estando el Exe bien colocado, y las lineas bien tiradas, el conocimiento de la substilar sirve de poco.

A primera vista queda uno maravillado de que la linea de las 6, que hace ángulo recto con la Meridiana en el Quadrante meridional sin declinacion, haga en el Quadrante, que declina, un ángulo agudo con la misma Meridiana. Pero la Máchîna horaria ayuda à entender la razon de esto. Quando el Plano hace frente al Medio dia, las reglitas suben por P, P, paralelas al Exe, y se elevan

van tan altas como él en la pared, en donde forman una linea perpendicular à la Meridiana, y que pasa por el centro mismo con que ésta encuentra. Pero si la Pared se acerca al Exe por el un lado, y se alexa por el otro ácia Oriente, ò ácia Occidente, las reglitas, que siguen la inclinacion del Exe, encuentran la Pared por el lado, que se acerca al Exe, ántes de llegar, ò ser prolongadas hasta el lado del centro. Como la reglita interior, ó vecina al Exe no sube tanto como él, y aún todavia ménos la regla exterior, es preciso, que la linea, tirada obliquamente por estos dos puntos hasta el centro, haga con el Exe, y con la Meridiana un ángulo agudo: con que variando estos ángulos otro tanto como varían las declinaciones de las Paredes, ò Planos, piden otros tantos cálculos, quantas declinaciones nuevas se encuentran. La accion de la Máchîna horaria es tan uniforme, como lo es la de la Esphêra natural. Sobrevenga la declinacion, que se quiera, las reglitas fixan y determinan las diferencias de una situacion à otra.

Tampoco hay dificultad en formar por medio de esta Máchîna el Quadrante polar, y paralélo al Exe. La caída perpendicular de la plancha movable da la Meridiana; y el lugar del estilo, y la distancia desde el Exe hasta el plano del Quadrante determina la altura del

es-

estilo mismo. La plancha, que rueda de 15. en 15. grados con las reglitas, más, ò ménos prolongados en las canales transversales TT: señala las líneas paralelas à la Meridiana, à donde va llegando la Sombra de una hora à otra desde las 6. de la mañana hasta las 6. de la tarde; y como este Quadrante sea una imitacion del horizonte de aquellos Pueblos, que habitan debaxo del Equador, no es posible, que el Sol señale en ellos sino solas las 12. horas dichas.

La misma facilidad se halla para formar el Quadrante oriental, ò occidental. Llevada, ò dirigida la plancha perpéndice sobre el Plano de este aspecto, señala en él la hora, que da el Sol, esto es, seis horas: determina tambien el lugar del estilo: la distancia del Exe, que trae la plancha, y del Plano, que esta mira verticalmente, es la medida de la altura, que debe tener el Estilo. La misma plancha indica las nuevas líneas paralelas à la línea de las seis, à medida, que el Sol va mudando de círculo horario.

Si el Quadrante equinoccial inferior, que sirve de modelo al superior, si el horizontal, el vertical, el inclinado, y todos los Reloxes declinatorios, que piden tantas precauciones, y tantos cálculos; si el oriental, el occidental, y el polar, que tienen formas tan diversas de los demás; si la mayor par-

te de los Quadrantes , que se usan , y reducen à la práctica , provienen perfectamente de la máquina horaria , y se delinéan con ella con la misma distribución de horas , con la misma forma , que reciben de las reglas de la Gnomónica , fundadas en la correspondencia de las sombras con las situaciones del Sol en la Esphêra , será una prueba clara de que la máquina representa perfectamente los círculos de la Esphêra , y la proyección de las Sombras.

El Globo.

En lugar del instrumento precedente se pueden conseguir los mismos fines , sirviéndose de un Globo con un Semi-meridiano movable. Orientado este Globo , ò lo que es lo mismo , habiéndole dado la posición , que debe tener à su Exe , segun la altura de Polo del lugar , y de modo , que quede paralélo al Exe del Mundo , se puede gobernar el semi-Meridiano , de modo , que siga al Sol en todos sus caminos , y progresos de 15. en 15. grados contados en el Equador : y el semi-Meridiano nos representará allí un nuevo círculo horario : y prolongando con precaucion el plano de cada círculo horario con unos hilitos bien extendidos , y tirantes , ò con reglas pequeñas bien afirmadas , ò de otra qualquiera manera hallaremos los dos puntos de la proyección de la Sombra , sea para cada hora , ò para cada media hora sobre todo Plano.

Con-

Consiguientemente este semi-Meridiano movible puede mostrarnos cada hora, y cada instante del dia, con la Sombra, que arroja à plomo, y la mas corta, que es posible tener debaxo de cada aspecto del Sol. Este Quadrante tan simple, y sin composicion puede adornar un jardin con la belleza de su figura. (\*\*)

El Anillo astronómico tiene algunos principios particulares: compónese de dos círculos concéntricos de plata, ò cobre. El exterior es el Meridiano de nuestro horizonte, el interior es el Equinoccial. Para que este pueda hacer sus officios de Equador, se mueve sobre dos exércitos, ò goznes, que le mantienen asido al Meridiano, de modo, que le pueda cortar à ángulos rectos; y quando se le pone en esta situacion, encuentra dos descansos, y asientos, que le suspenden, sin que pueda pasar más adelante. Quando no se quiere usar, halla en la otra parte otros dos asientos, en que se encaxa de plano, quedando sin estorbo para entrar en su caja, ò en su estuche. Si se quiere tener este Equador en la elevacion, que le conviene à cada Horizonte, se suspende el Meridiano por medio de una manecilla, ò sortija, que se conduce à la latitud del lugar sobre este Meridia-

El anillo astronómico,

H 2 no:

(\*\*) La traduccion Italiana omite todo esto, que pertenece al Globo, pasando desde la Máchina horaria al Anillo astronómico.

no : pues si la sortija , ò manecilla de suspension corre por el Meridiano dividido en grados hasta la distancia de los 49. de el Equador, es claro , que la tal manecilla estará en el Zenith de París : con que desde la sortija , ò manecilla , al (\*) Polo , restan solo 41. grados; pues hay 90. desde el Polo al Equador : luego el Equador de esta máquina estará entónces à 41. grados de elevacion sobre el horizonte. (\*\* ) y el punto del Polo à 49 , completando estos quatro arcos juntos 180. grados de horizonte , y siendo siempre la elevacion de Polo, como la distancia de el Zenith al Equador. Para hallar siempre pronta la manecilla à todas las posituras , y lugares , que pidan los nuevos horizontes , à que pueda venir , se introducen dos ganchos en una canalita rotunda , que hay éntre las dos superficies del Meridiano. (\*\*)

La pieza de suspension corre de este modo, segun se quiere , hasta el Polo Austral , y arreglando la posicion del Polo vecino conforme à la latitud del Polo Austral , ò Meridional , se hace del anillo astronómico un Relox , è instrumento universal.

Los dos Polos están señalados con dos goz.

(\*) Véase la Conversacion acerca del Globo , tom. 2.

(\*\*) En Madrid 50 , y à proporcion los demas.

(\*\*) En un Anillo astronómico , que yo tengo , fuera de diferenciarse algo en las piezas , y materia del que aqui se describe, esta manecilla corre asida à una especie de círculo , colocado en un canal éntre las dos caras , ò superficies del Meridiano,

goz necillos , que afirman en el círculo Meridiano , ò en las dos caxitas en que se ajusta , y baxa el círculo Equinoccial. Estos dos Polos, ò goznes , que los representan juntamente con los del Mundo , sostienen una plancha , que juega alli con sus dos extremidades , y *atraviesa diametralmente* el Equador puesto en su lugar , ò haciendo su oficio ; porque el Equador cesa de obrar , quando se le dobla en la caxa , en que se ajusta , y en donde queda concéntrico al Meridiano.

El Exe está representado en este instrumento con una larga , y curiosa abertura , que atraviesa esta lámina casi segun toda su longitud. Esta abertura sirve para colocar en ella una pieza pequeña de metal agujereada, que se llama Corredor , y que yendo , y viniendo , segun las varias declinaciones del Sol, se halla de dia en dia exáctamente éntre el Astro , y un Punto opuesto sobre el limbo, ò borde interior de la Equinoccial ; de donde se sigue , que estando el Sol , el Corredor taladrado , y el Punto opuesto en el Equador de la Máchîna en una misma linea , debe hallarse este Punto del Equador necesariamente iluminado al través de la sombra , que le realiza , y dexa vér.

Para dirigir la fábrica del Anillo astronómico , se forma en el papel un círculo , cuyo diámetro sea igual à la abertura , que se

se

## 62 *Espectáculo de la Naturaleza.*

se juzga conveniente darle à la lámina , ò plancha. Esta abertura es igual , segun su longitud , à un arco de 47. grados , para que alcance à todas las declinaciones del Sol : y el círculo , que está señalado como por diámetro de esta abertura, representa la Ecliptica con sus doce signos : con que se divide este Círculo en 12. partes iguales : los puntos se unen de dos en dos con lineas paralelas , que comprehenden ménos espacio ácia los Trópicos , que ácia los Equinoccios , como lo vimos en la Fig. 2. Despues se parte cada una de las seis divisiones ; que bastan para los 12. meses ; en 3. veces diez dias , ò en cinco veces seis dias, para conformar lo más que sea posible la posicion del Corredor con la declinacion actual. Todas estas medidas se trasladan fielmente à los bordes , ò orillas de la abertura de la lámina. Quando despues se quiere uno servir del Anillo , se coloca el Corredor en su dia correspondiente , y se suspende la Máchina , segun la altura de Polo del lugar ; vuélvese la superficie , ò cara de la lámina , ò plancha , que tiene el Corredor ácia el Sol, y el punto luminoso va à dar fielmente à la orilla , ò limbo del Equador , à excepcion de los dias del Equinoccio , en que el Sol , dando vuelta al Equador de cobre , como la da al rededor del celeste , no puede arrojar la Sombra del borde superior al inferior opuesto,

Ade-



Además de esto, es tambien necesario exceptuar la hora de las 12. todos los dias; porque dando entónces el Sol en el Meridiano de cobre, echa la Sombra al extremo opuesto en que está la hora del medio dia; pero se conoce, que lo es por esto mismo, à causa de hallarse à las 12: sin irradiacion alguna el instrumento.

No obstante todo esto, vé aqui una dificultad, capaz de suspender à los que ponen curiosos, y atentos sus ojos en esta Máchîna. El Sol, dirán, estando en el Equinoccio procura en R, (Fig. 8.) introducir sus luces por el centro N ácia un lado opuesto P; pero si el Sol declina del Equador desde el dia siguiente debe tambien apartarse la irradiacion. Pasémos el Sol à S en su mayor declinacion septentrional, entónces enviará sus luces al centro N, y consiguientemente à 23. grados y medio del Equador; pero de ningun modo sobre el borde, ò margen P: luego no podrémos tener el punto luminoso, que se pide. Pongamos el Corredor sobre la lámina en I para el dia 21. de Junio: ¿Qué sucederá, si unimos con un hilo la declinacion S, el punto del corredor I, y la caída del punto luminoso P, en el borde, ò limbo de el Equador? Nuestro hilo se encorvará en el Corredor, ò chapita, que corre entre Trópico, y Trópico, y tendrémos una curva. Pues  
cô-

cómo queremos , que el rayo luminoso , que debe ser recto , llegue al lugar donde le esperamos ? Con todo eso él llega.

Este capricho aparente de la Luz nos descubre la habilidad del Inventor : el modo con que discurrió , es este : Opongase al Sol ácia qualquier parte , ò en la habitacion , que se quiera , aunque sean millares de Meridianos de cobre , que tengan una planchita , que los atraviése de una parte à otra , de uno à otro márgen , de modo , que la planchita esté agujereada por el centro, al mismo tiempo que atraviesa un Equador , colocado sobre el Meridiano à ángulos rectos : tales son el círculo PHRE , y el otro círculo máximo , que contiene , y encuentra dentro. Hallándose el Sol en este caso en la latitud septentrional de 23. grados , y medio , enviará sus rayos à todos estos instrumentos , y los hará pasar de S à N al mismo tiempo , que camina por el otro lado à 23. grados y medio del Equador. Si la plancha movable se opone al Sol à medida , que describe qualquier otro paralélo , que declíne ya más , ya ménos del Equador , el extremo de su rayo de luz describirá un paralélo semejante al otro lado del Equador : y la razon , porque en estos instrumentos , tan distantes unos de otros , son los efectos los mismos , es ; porque siendo los círculos de toda la machina paralélos entre sí respectivamente , y paralélos à los círculos

los celestes , los rayos solares caen fielmente en los mismos grados en el mismo dia ; y todos estos rayos son de tal modo paralélos éntre sí , que forman como un rayo solo, ó por mejor decir , forman una masa de Luz compuesta de hilitos paralélos éntre sí. Luego si debaxo del diámetro H E de mi Meridiano P H R E imagino , ó describo una nueva Esphêra como debaxo de una tangente , ú otro Meridiano del mismo , ó diverso radio , que el precedente ; el Sol será tan fiel en arrojar sus rayos el dia 21 de Junio sobre los 23 grados de declinacion por el centro de esta segunda Esphêra , como lo es en obrar el mismo efecto en los millares de Esphêras , que diximos. Siendo esto cierto , considerémos el arco de 47 grados de un segundo Meridiano S M : colocado sobre el plano del precedente , y por las dos declinaciones mas separadas ácia el Septentrion , y Mediodia formarémos juicio de las demas. Como el dia 22 de Diciembre enfile el Sol sus luces por M N , las enfileará igualmente por M P , pues P es el centro de S M , como N es el centro de S M : y el dia 21 de Junio arrojará sus rayos á lo largo de S N , enviando otro hilo de luz paralela á lo largo de S P. Mudémos el diámetro , ó la tangente H E en una planchita larga , movible , y agujereada , para poder re-

*Tom. X.* I cibir

cibir un corredor, según la distribución de los días del año, que se notará en las márgenes de la abertura. Ya tengo, en este caso, dos puntos de la línea, que sigue el Sol en mi Esphêra el día 21 de Junio; es á saber, el punto de declinacion S, y el centro P. Llevémos el Corredor sobre la misma línea tangente en I, y se hallará éntre el centro P, y un quarto punto, que será el Sol: luego el Corredor, puesto este día en I, bastará para iluminar el punto central de la Esphêra S M, aplicada á la Esphêra PHERE: luego lograré el mismo efecto el día 22 de Diciembre, y el Corredor, puesto en D, dexará ver al Sol el punto central P, siendo el aspecto el mismo para S M P, que para S M N (\*\*).

Si en lugar de una porcion de Esphêra imaginaria, ó simplemente delineada en el Plano P H R E, unimos á la plancha movable H E un Sector de cobre S M P, haciendo caminar la plancha de 15 en 15 grados y siempre opuesta al cuerpo solar, sobre algun círculo paralélo al Equador, el Sector, unido á la lámina, caminará con ella. Y como P es al mismo tiempo el vértice del triángulo (\*\*), y el centro de la Esphêra S M este vértice, este centro de la Esphêra S M cae sobre lo interior del Equador: la lámina, que  
rue-

(\*\*) La traduccion Italiana omite ésta casual.

(\*\*) O distancia triangular de 120.

rueda, el sector, y el centro P, formarán su revolución, y la formarán de 15 en 15 grados de círculo horario en círculo horario, sin apartarse jamás del margen del Equador: luego el Sol en qualquier declinacion, en que se halle, podrá dirigir sus rayos á P, y en efecto los enviará á este punto, siempre que el Corredor bien colocado le franquee el paso: y asi, independientemente de la posicion del Sol en el Meridiano P H R E, mantendrá su paralélismo en la Esphêra S M, y tocará siempre el centro, el qual halla infaliblemente en la Equinoccial, á donde va con su vértice, el Sector. Y aunque despues se suprima el Sector de cobre; aunque no se le haya delineado, puesto bien el Corredor sobre la lámina, y segun las notas, que tiene, nos dará con el Sol dos puntos enfilados con otro, que les corresponde en el pequeño Equador. Con que cada dia, y cada hora en que el Sol se mantenga sobre el Horizonte, dirigirá un punto luminoso al grado del Equador, relativo al del círculo horario, en que se hálle el Sol: luego el efecto del anillo astronómico está demonstrado.

El Astrolabio viene naturalmente siguiendo los instrumentos precedentes, y servirá, aún mas por la multitud de sus usos, y observaciones, que se practícan con él, haciendo ver con feliz efecto, que el Hombre ha sabido

aplicar la Geometría á la determinacion de las horas , de los dias , de las declinaciones , de las alturas , y medidas de toda especie de distancias , tomadas en la tierra , ó el Cielo ; pero lo que preparé para dar á Vm. á conocer este instrumento , se aumentó , de modo , que me estremece el proponérselo ; y así , lo omito. Si la excelencia , y hermosura de la materia le inclináre á Vm. algun dia á un estudio algo mas intenso , y seguido , puede leer el tratado , que Bion dió á la luz pública. Ya há mas de 200 años , que Stofferin (\*\*\*) nos dió la leccion con una perfecta limpieza del modo de construir este instrumento , y de su práctica. El estílo es prolixo , y se aleja de la sencillez , que debe tener un Artífice ; pero él es un Artífice excelente.

---

(\*\*\*) Tiene 77 hojas en folio , impreso el año de 1535. Es obra , que tengo en mi poder ; y aunque en la Impresion , y Láminas da bien á entender la incuria de aquellos tiempos , es estimable por su exactitud , y antigüedad.

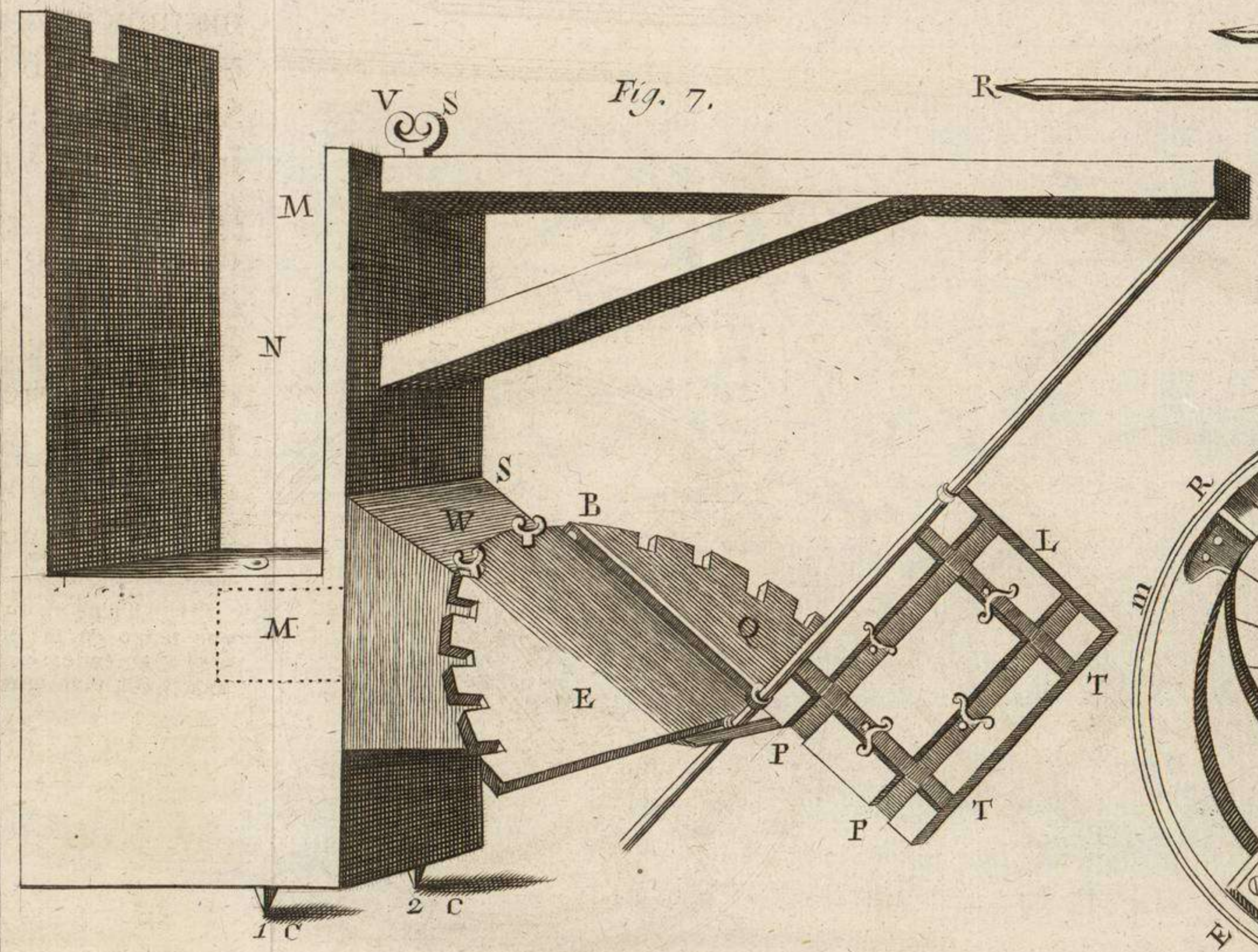
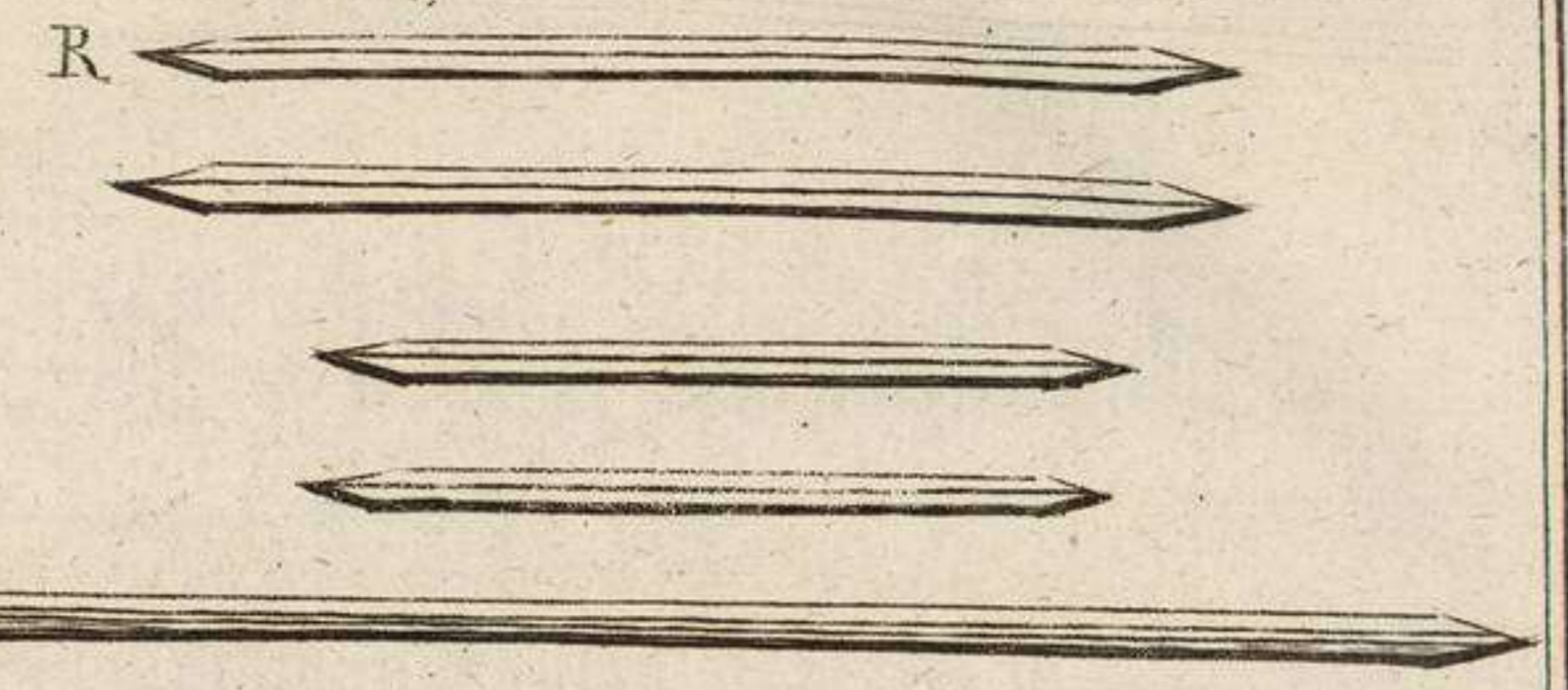


Fig. 7.

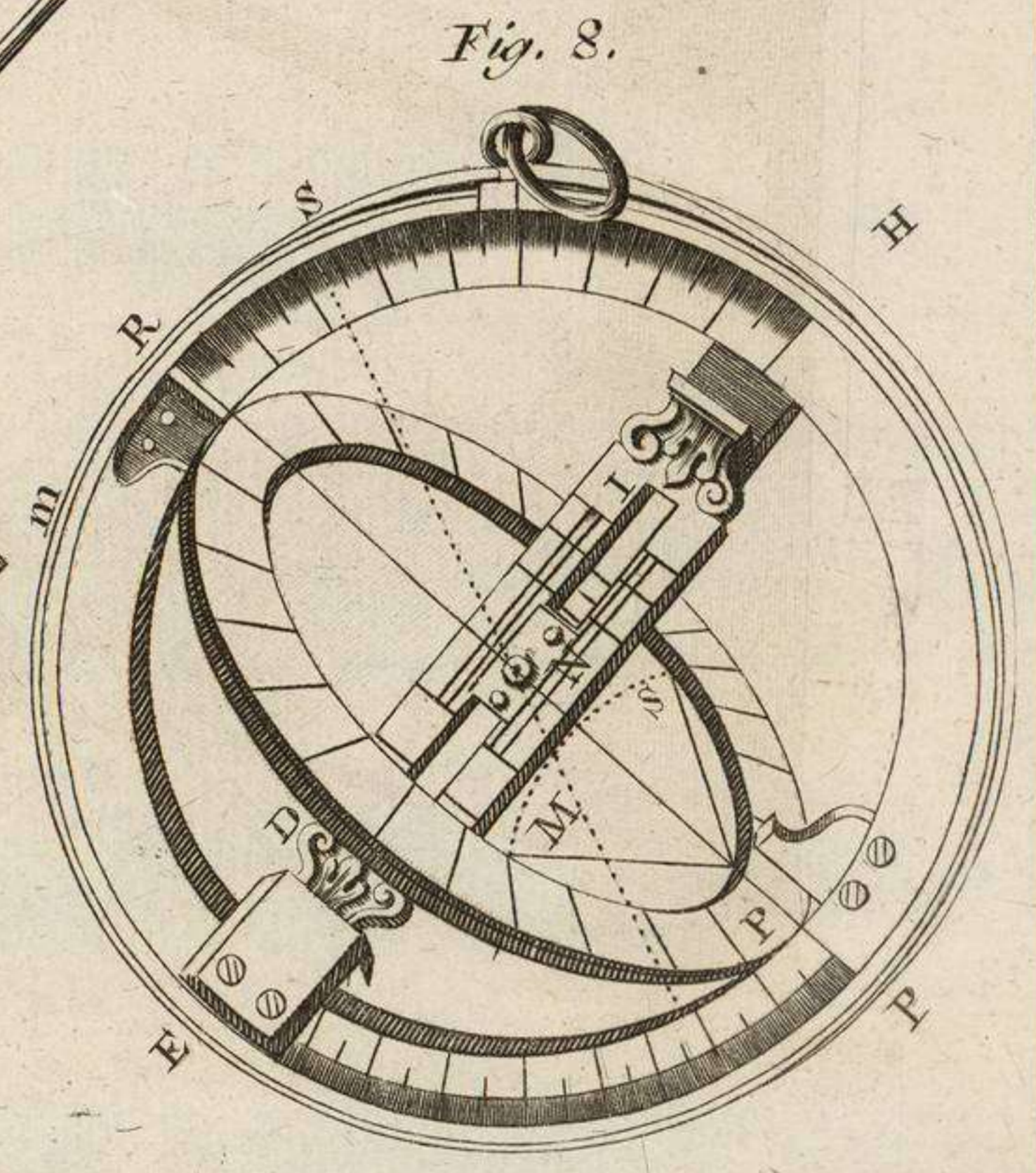
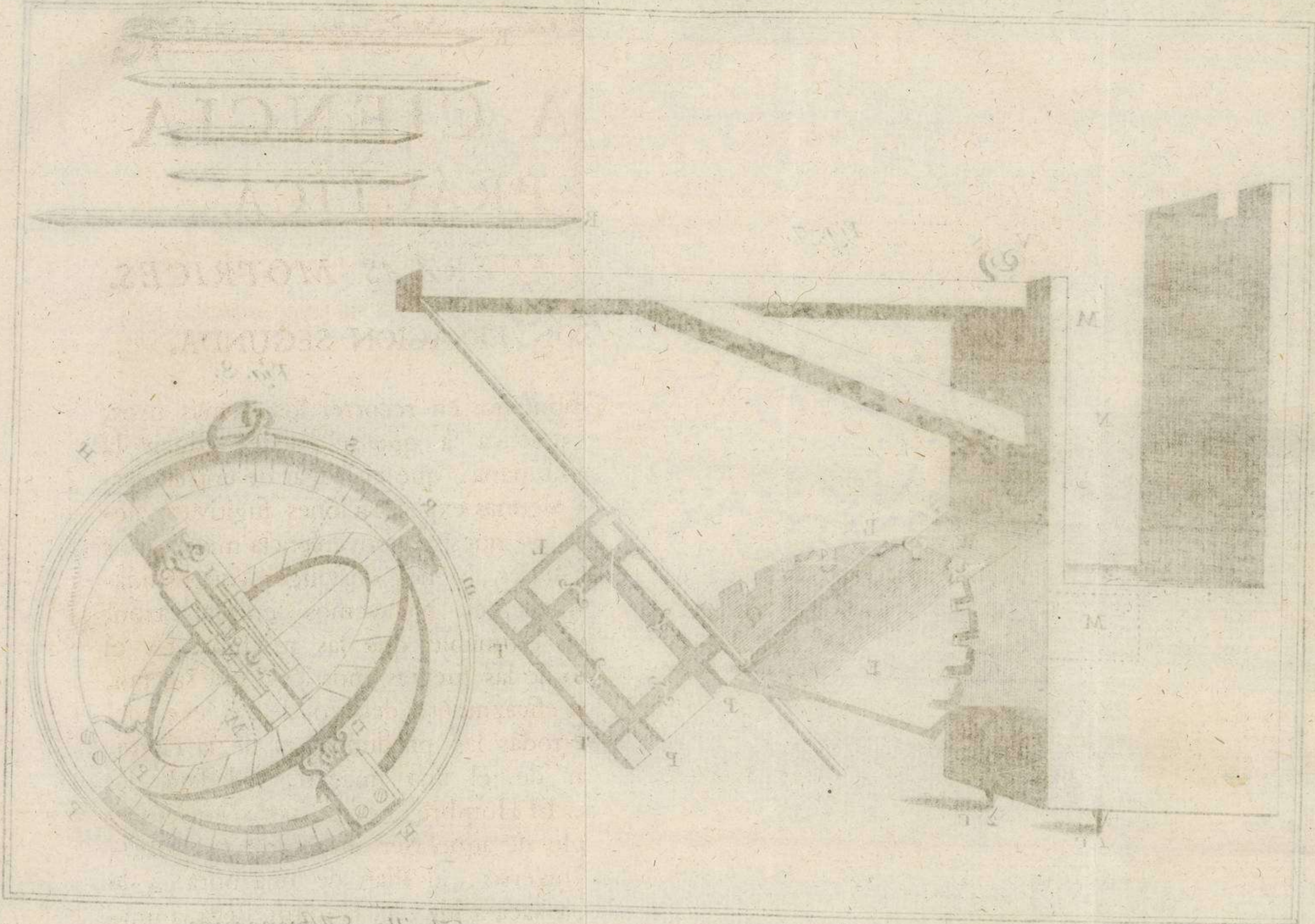


Fig. 8.

Ynstrumento Horario

Anillo Astronomico



Stille Chronometer

Instrumento Horario





# LA CIENCIA PRÁCTICA.

## *LAS FUERZAS MOTRICES.*

### CONVERSACION SEGUNDA.

**C**ontinuémos en recorrer los demas usos, y práctica á que se puede reducir la Ciencia humana, que en lugar de entretenernos con algunas expeculaciones fugitivas, alejándonos de nuestra conveniencia misma, nos las hace útiles, ó nos enriquece con realidades permanentes. No vemos, en esta razon, cosa mas estimable que las máchinas, y el gobierno de las fuerzas motrices, que sujetan, y ponen eficazmente debaxo de las leyes del Hombre todas las producciones de la Tierra, y hacen de él una imágen verdadera del Criador. El Hombre concibe por sí mismo, y á exemplo de aquel Sér supremo, que fabricó el Universo, el Plan de una obra, y la executa, y saca á luz: el Hombre llega á imitar en sus obras la fecundidad misma del Omnipotente. En efecto; el órden establecido

do en la Naturaleza reproduce hoy las mismas plantas que Adán, y Noé cultivaban; y las máquinas, que sirvieron la primera vez debajo de la dirección de Tubalcain, ó de Archytas, continúan en producir sin intermision los mismos efectos. Un dia transfiere á sí, y encomienda á otro el conocimiento de las obras de Dios, y las invenciones del Hombre.

Con todo eso, aún al mismo tiempo, que sublimamos al Hombre con un paralelo tan honroso, como fundado en la Escritura, y sacado de la experiencia, no perdamos de vista su natural debilidad, y flaqueza. El Hombre no posee sino unas fuerzas muy limitadas, no puede sostener sobre sus hombros sino una carga pequeña, transportar sino un cuerpo de mediano peso, ó impeler una masa ligera, y á corta distancia. Todos estos efectos son extremamente coarctados, y en realidad muy inferiores á la extension, y multitud de sus necesidades. Pero la flaqueza misma es, quien realza aqui su industria. La intencion de la Divina Sabiduría, que crió la humana Naturaleza tan pequeña, tan flaca, y tan limitada, visiblemente fué tal, para hacerla industriosa, y activa. Viéndose menesterosa imagina, piensa, y discurre de todos modos, y extiende sus ideas por todas partes. Llama en su socorro una fuerza contra otra, duplica los golpes contra la resistencia

cia , convoca á la ligereza , velocidad contra la pesadéz , y á esta contra la velocidad, y ligereza. Con la ayuda de la *Mechánica* , el pequeño Sér del Hombre , de cinco á seis piés de alto , proveído de dos brazos , se anima á perficionar una obra , que un Gigante, que se imagináse armado de mil brazos , no se atrevería á emprehender. Los objetos grandes , de que está llena la Naturaleza , parecerían muy á propósito para reducir al Hombre á la desesperacion de poder servir de ellos en caso alguno. ¿Qué hará sujeto al esfuerzo de los vientos mas violentos , y furiosos? ¿Cómo atravesará las aguas rápidas , y profundas , que le impiden el páso , y le cierran los caminos? Con la *Mechánica* pone freno , y tiene á la Naturaleza de la brida. Los vientos vienen á ser vasallos , y servidores pasándole á la otra parte de los mas espaciosos Mares. Construye Navíos , que servirán á sus Nietos , y descendientes ; echa al Rhódano un Puente (\*), que sorprendida la posteridad , le atribuye á una inspiracion extraordinaria del Espiritu Santo. Priva de la *Mechânica*, ó *Machînaria* al Hombre, y le reducirás á pensamientos estériles. La *Mechánica* ha sacado á luz , y fabricado las obras mas hermosas , que se hallan en todo el Orbe , y se ven sobre la haz de la Tierra.

Las máchinas mas ordinarias , que re-  
pa-

(\*) El Puente del Espiritu Santo.

paran la pequeñez de las fuerzas del Hombre, son las palancas (\*\*a), las básculas indiferentes para brazos iguales, ó desiguales (\*\*b) las poléas (\*\*c) fixas, y las móviles, los polypastos, ó multitud de rodajas en una poléa, ó garrucha, ó ya la garrucha simple, y compuesta: los quadernales, ó montones dispuestos de varios modos, los tornos, ó Exes en el perytrochio, las prensas, los cabestrantes (\*\*d) ruedas punteadas (\*\*e), ó con piñones, y linterna; gatos (\*\*f); y finalmente

(\*\*a) Tambien se llaman veftes, y barras. Las hay de varios órdenes, y grados. Véase Tosca t. 3, tract. 9. En Italiano *Leva*, y en Latin *Vectis*.

(\*\*b) Aquí le conservamos á esta Máchîna el nombre de *Báscula*, por contradistinguirla de la Balanza, Romana, Palanca (no obstante que se diferencia poco de esta) y de las demás máchînas simples, y fundamentales, que son seis. (Véase el Dic. Math. palabra *Balance*, no obstante que Tosca dice, que son solas cinco, t. 3. tract. 9.) Esta máchîna se reduce comunmente á dos piezas de madera, ya iguales, y ya desiguales, sostenidas sobre un Exe. Véase ó *Tollenon*, ó *Tollo*. Algunos traducen en su lugar el Cigoñal, que sirve para sacar agua, Véanse Nebr. Ordid. &c. Dic. Púedesele dar muy bien á esta máchîna el nombre de Balanza de brazos iguales, ó desiguales, y tambien se le puede dar el de Palanca; yo le llamo *Báscula*, tomado del Frances, por distinguirla de las demás máchînas, y ser mas sencillo, y conforme. La traduccion Italiana distingue de la *Báscula* la Balanza de los brazos iguales, ó desiguales; pero M. Pluche las hace una V. t. 5. La Scienc. usuele, entret. quatuore.

(\*\*c) A las *Poléas* se les dá tambien el nombre de *Garruchas*, *Carrillos*, y *Tróchleas*: y los Facultativos el de *Trócolas*. Si las Rodajas, de que constan son muchas, se llama tambien *Polypastos*; y si una, *Monopastos*. En la Marina les llaman *Motones*; y si lá Garrucha es un trozo de madera con dos, ó tres rodajas, le dan el nombre de *Quadernal*, y á las rodajas, que tienen tanto los Motones, como los *Quadernales*, llaman *Roldanas*, que laboréan los cabos, esto es, que corren, y trabajan en ellas los cordeles. Los Italianos llaman *Carrucola* á la Garrucha.

(\*\*d) En la Marina les llaman *Cabestrantes*.

(\*\*e) Otros las llaman dentadas. Hay muchas especies de ellas. Véanse Tosca, Dechal Vvolffio, Máquin.

(\*\*f) Máchîna eficacísima por razon de las fuerzas, que con muchas ruedas se multiplican en ella.

mente, toda especie de Molinos. Las primeras máquinas de estas, y muchas otras contrahidas á un modo de obrar, que les es comun á todas, se reducen á la palanca, ó balanza, cuya idea es tan sencilla.

LA PALANCA, Ó BÁSCULA (\*).

**E**L primero, que emprendió mover una viga, árbol, ó una piedra de desmesurado volumen, no hallando proporcion alguna éntre las fuerzas de sus brazos, y la resistencia de la masa; concibió la idea de introducir por debaxo de una barra grande, y meter una piedra, ó cuña debaxo de esta palanca, á alguna distancia del parage por donde la introduxo. De este modo formó una báscula, dividida en dos partes, ó en dos especies de brazos, el uno mas corto desde la masa, que ideaba levantar, hasta la cuña, epimoclio, fulcro, ó punto de apoyo, y el otro mas largo desde este mismo punto hasta el extremo, en que se hacía la fuerza para el movimiento: parecióle, que echándose, ó dexándose caer por su propio peso sobre el cabo mas elevado de la barra, la haría ceder, y baxarse; y que haciendo por consiguiente fuerza en el otro extremo, le-

Palanca.  
Veñis.

Báscula.  
Tolleno.

Tom. X.

K

van-

(\*) Memorias, y tratado del Equilibrio de M. Traubert, Philos de S. Gravesande, Dechales, &c.

vantaría el árbol algun tanto. En efecto experimentó la primera obediencia, y muy contento de un suceso, que le comunicaba luz para otros muchos, dexó volver á caer el tronco, que habia levantado, acercó la cuña, y alargando asi la parte de su palanca mas cercana á sí mismo; esto es, alejando la potencia del punto de apoyo, sin haber él cobrado mas uerzas, ni añadído las, experimentó, que se hallaba superior, y mas ventajoso, y exercitó un poder, y fuerza, que no tenia en sí mismo. Animado del buen éxito de las varias pruebas, que hizo, halló, que quanto mas largo quedaba el brazo de la báscula éntre el punto de apoyo, y el agente, tanta ménos fuerza necesitaba para hacer baxar este brazo, y subir el peso. Poco á poco, ó de grado en grado dió movimiento á cargas enormes, y lo que por sí no podia menear, lo pudo obligar, á que diése una vuelta entera: consiguió hacerlo rodar, y mudar lo de un lugar á otro: cortó columnas en el centro del Africa, y las hizo trasladar á Memphis, y subir á Roma.

No se contentó con vencer, aprendió tambien á valerse de sus ventajas, y á saber usar de la victoria. Representémos nosotros aqui sus triumphos con la ayuda de una figura, yá comparando las longitudes desiguales de su báscula con los diversos lugares, en que

CO-

colocaba la cuña, ó fulcro, yá mudando palancas, sin mudar la cuña, y reemplazando algunas veces su mano, ó poniendo en lugar de ella un cuerpo pesado en el extremo de la palanca *b*. Experimentó en todos los casos, de que hizo prueba, que lo que hallaba contrario en el exceso de la masa, ó potencia resistente *d*, sobre la fuerza motriz *e*, se compensaba con el exceso de la longitud del brazo anterior *b*, respecto del brazo mas corto *c*. Notó constantemente, que quando el brazo largo *b*, que empuñaba, se veía en la misma proporcion con el brazo corto *c*, que la resistencia *d*, respecto del agente *b*, quedaba todo en equilibrio (\*\*). ¡Experimento feliz, y advertencia dichosa! ¡Verdadero origen de luces, y de provechos! Efectivamente el Hombre ponía toda su fuerza en acercar, ó alejar esta cuña, ó fulcro, que le iba abriendo la puerta al descubrimiento de las mas útiles máchinas.

Para obtener el efecto, que deseaba, de un modo infalible, y regular, tomó una vara bien recta, ó una barrita de hierro, y la dividió en partes iguales; pongo por exemplo, en diez piés. Viendo, como consecuencia cierta, que la báscula produciría los mismos efectos, y movimientos, yá puesta sobre algun apoyo, que estuviese en quietud, y reposo, ó yá

K 2 col-

(\*\*) Véase el Comp. de Vvolff. tom. 1. Elem Mechân. Teor. V.

Fig. 2.

colgada de algun cordél, ó gancho, puso el punto estable, ó el fulcro, y punto de suspension éntre el fin de la primera division, y el principio de la segunda; de suerte, que el brazo mas corto de la báscula no tenia sino una de diez partes, y el otro tenia nueve. Para poner en equilibrio estos brazos, segun lo que había observado, suspendió en la extremidad del brazo mas corto un peso considerable como de 18. libras, y en lugar de su mano, de la qual no podia valuar con facilidad la fuerza, puso el peso de seis libras, que es el tercio de las 18, y le colocó en diferentes puntos del otro brazo, y tanteando de uno en otro, halló, que las 6. libras quedaban en equilibrio con las 18, poniendo las 6. en un punto 3.<sup>o</sup>, ó 3.<sup>a</sup> division. Y no haciendo caso de lo restante del brazo desde esta division tercera, juzgó, que siempre habría equilibrio éntre el peso de 6. libras, y el peso de 18, si el brazo mas largo hasta el fulcro, ó punto de apoyo, era tres veces mas largo, que el brazo corto desde el mismo fulcro hasta donde se hallaban las 18. libras. Esto le enseñó claramente, que los pesos estaban en razon inversa de las distancias, ó que quando la distancia del peso pequeño, al punto de suspension, excedia la distancia del peso mayor, al punto de apoyo otro tanto, quanto el peso mayor ex-



excedía al menor, habia equilibrio: porque como 18. libras de peso son el triplo de 6, asi 3. piés de distancia son el triplo de 1, y la potencia pequeña repara su corta ventaja, respecto de la mayor, en la misma proporcion, que su distancia al apoyo, se aventaja á la distancia de la mayor.

Para fortificar este conocimiento, quitó nuestro Observador el peso de 6. libras, y puso en el mismo brazo el peso de tres, y le halló en equilibrio con el de 18 al llegar á la division sexta, nueva prueba de la proporcion inversa; pues como el brazo de un pié, que sostenia en sí las 18. libras, era solo la sexta parte de 6. piés, asi recíprocamente las tres, libras que este tenía, eran solamente la sexta parte de las 18, que pendían del brazo mas corto.

Prosiguiendo en nuevas pruebas, puso diferentes pesas hasta la extremidad del brazo; y colocadas en un punto nueve veces mas distante de la suspension, que lo estaba la pesa de 18. libras, halló, que no podía obtener el equilibrio en aquel punto sino con la pesa de dos libras; porque como el brazo, en que estaba la pesa mayor, era la novena parte de 9. piés, asi el peso de dos libras era la novena parte tambien del de 18. libras.

Con todo eso percibió muy bien el Observador

servador, que las 9. partes de la vara de hierro, comparadas con la única porcion del brazo pequeño, tenían un peso intrínseco, y una cantidad de materia, que debia entrar en cuenta, y que turbaba algun tanto la igualdad de la proposicion hallada, no en el principio, sino en la aplicacion. La palanca, segun el principio, en que estriba, es una linea sin espesura, ni grueso, y en la práctica es una cosa real, una masa, que tiene su peso. Y asimismo concibió, que las divisiones podian no ser perfectamente iguales; que en la materia cabía no ser igualmente sólida de una division á otra; que podia nacer el defecto, yá de la frotacion del instrumento en el punto de suspension, ó apoyo, y yá de las impresiones del ayre, que pueden desecar el brazo largo, sin alterar la parte mas pequeña, y más si acaso era nudosa, y maciza; y en fin, que podian intervenir otras causas, que pedian advertencia, cautela, y remedio. Poco á poco aprehendió á prevenirlas todas, ó á corregirlas, de modo, que gozáse plenamente, ó casi en un todo, de la ventajosa proporcion, que con una fuerza ligera le sometía una resistencia grande.

Esto debió ser de mucha satisfaccion para nuestro primer Archîmedes, pudiéndose decir á sí mismo: Como yo soy Señor de di-

vidir una palanca en dos porciones desiguales, de quienes la mayor sea á la menor lo que ciento á la unidad; soy igualmente dueño de poner en el brazo mayor de mi palanca el peso de solo una libra, y el peso de 100. libras en el brazo menor: de este modo lo dexó en equilibrio todo, y en igual producto: siendo cien libras: multiplicadas por un pié, el mismo total que 100. piés, multiplicados por una libra. Ya temperado todo de esta manera, estoy seguro, de que cien libras no excederán en su peso á una, y que dos me pondrán en equilibrio doscientas; con diez contrabalancearé mil; y si al contrapeso de diez libras, puesto en el brazo mas largo, le añado solamente una onza, ó el impulso de la mano de un niño, esta pequeña mano, á quien costaría afán el levantar una libra, elevará, y hará voltear las mil libras tan fácilmente como mueve su cascabelero, ó menéa sus dijes. Pero dexémos, añade él mismo, la maravilla, y atendamos al presente á la utilidad. Si la longitud de la Palanca me embaraza, la puedo acortar, y aplicar alli mayor fuerza: en lugar de peso, pondré la acción de mi mano: en vez de mi mano, que puede ser necesaria en otra parte, aplicaré la fuerza de un Buey, ó de un Caballo, y entónces pondré en movimiento, y haré caminar, no el peso de

28111

cien

80 *Espectáculo de la Naturaleza.*

cien libras, sino el de mil, y aún el de un millon. ¿Y qué sé yo si algún día se aplicará á esta Palanca la fuerza del agua corriente, la acción del viento mismo; y aún todas las demas potencias, que se hallan en la Naturaleza? Al presente, no es tanto una fuerza grande, la que hemos de buscar, quanto la sabia aplicación de una mediana.

Si una vez descubierto este principio, es tan verdadero como provechoso, y cómodo á la Naturaleza, debo en todas partes hallarle el mismo, siempre invariable, á pesar de la inmensa diversidad de aplicaciones, que se pueden hacer de él: veamos si se logra esta inmutabilidad, tanteando casos bien diferentes.

**Fig. 3.** Suspendamos una Palanca, en que un brazo sea solamente doble del otro, en razon de dos á uno, de dos piés contra un pié; siendo la razon de la fuerza á la fuerza inversa de la distancia á la distancia: aplicada mi mano á la extremidad de la parte mas larga, debo obrar en razon inversa contra el peso, que me resiste; y así, el esfuerzo será como de uno á dos, pues la distancia es aquí á la distancia como dos á uno: luego mi mano hará un esfuerzo equivalente á dos libras, contra un peso, que es de quatro: un esfuerzo igual á 20, contra un peso de 40; y aplicada mi mano al contrario, á la parte  
mas

mas cortan de la palanca, obrará con menoscabo, y empleará la fuerza equivalente à 40 libras, contra solo 20 de peso.

Mudémos: dense diez piés al brazo mas largo, y dos al corto: dos son la quinta parte de 10: con que para poner el peso en proporcion inversa, pondrémos por exemplo, tres libras en el brazo mayor, y 15 en el menor, pues tres tambien son la quinta parte de 15, como dos la quinta parte de diez: vé aquí el equilibrio: y lo mismo sucederá con 10 libras en la distancia mayor, y con 30 en la menor. Pero concedemos aqui alguna cosa, que sea contra nuestra proporcion hallada: imaginémos, que el peso de 15 se debe hallar mayor, que el de tres, aún con la distancia dicha al punto de suspension; supongamoslo; que si no fuere asi, volverémos sobre nosotros, y sobre la justa idéa formada, y acaso, verificando de nuevo la regla, hallarémos la razon de ella. Los dos brazos de la Báscula, jugando sobre su Exe, ò punto de suspension, describen una porcion de círculo: el mas corto describe el pequeño arco a; y el mas largo el arco b, cinco veces mayor, que a; porque si el peso de 15 libras baxa un pié, y el peso de tres libras, está cinco veces mas lejos del fulcro, ò apoyo, hará cinco veces mas camino, y subirá cinco piés; siendo cierto, que el peso de

Fig. 4.

Tom. X.

L

tres

tres libras hace esfuerzo de tal , en todos los puntos del arco , que corre , pues en todas partes exercita la misma accion , de suerte, que el peso de 15 libras experimenta la misma resistencia , que si en cada punto del arco mayor hubiera tres libras de peso. Y de el mismo modo el peso de 15 libras hace en todos los puntos del arco , que describe , esfuerzo de 15 libras ; pero el arco , formado por el peso menor , es cinco veces mayor, que el que forma el peso de 15 libras en el mismo tiempo ; de modo , que no podrá jamás correr este peso uno , ò dos puntos , sin que las 3 libras corran cinco por uno , y diez por dos : luego están en equilibrio : porque una accion de 15 libras , reiterada 100 veces , ò aplicada à cien puntos , es lo mismo , que una accion de tres libras reiterada quinientas veces en el mismo tiempo , ò aplicada à quinientos puntos. Asi tambien mientras las 15 libras atraviesan dos puntos solamente , y hacen un esfuerzo de dos veces 15 , cuya suma es 30 , las tres libras corren diez puntos , y hacen un esfuerzo de tres veces diez , que suman lo mismo : con que la resistencia , que el peso mayor experimenta, describiendo cada punto de su arco , es la misma , que si hiciése subir à un mismo tiempo cinco masas de tres libras cada una ; esto es, un cuerpo de 15 libras de peso. Pero como

el

el peso mayor, atravesando un punto, no puede forzar al menor à que corra mas de cinco, tampoco este puede obligar al otro à que ande en aquel tiempo más de uno: de este modo prosiguen sin poder el uno prevalecer contra el otro, y la suposicion, que habiamos hecho, de que el peso grande vencería al menor, ya la hallamos falsa. Estas dos potencias han venido à ser iguales; en nuestra mano queda hacer inclinar à la que nos parezca con un ligero impulso. Cosa fácil le es al Hombre poner tres mil libras à un lado, y 15000 al otro, y hará subir, ò baxar las quince mil, segun aplique, ò sepáre solo un dedo de su mano; y si de la suma de fuerzas, que adquiere, ò, en que domina, quitamos el gasto, que ha hecho en las que pone, hallamos despues de la rebaxa, que gana quatro por uno, ò doce mil por tres mil. Si adquirir nueva utilidad, y provecho puede executar lo sin añadir gasto, ò aumentar la potencia 3, bástele alejar mas el punto de apoyo. Si le alexa de modo, que el brazo corto sea el mas largo, como 2 à 20, ò la décima parte de 20, el peso pequeño, que se pone en equilibrio con el grande, será solo su décima parte, 3 libras equivaldrán à 30, y 3000 à 30000.

Con este gran principio de mechànica empezamos à ver la razon, que hay para él. Si

La direccion de las potencias.

L 2

la

la razon , à que atribuimos el efecto regular de la mechànica , es verdadera , à medida que esta causa se debilita , se debilitará tambien el efecto. Esto sucederá quando la direccion de las potencias movientes no fueren las mismas éntre sí , y respecto del fulcro. En la aplicacion de estas fuerzas motrices nos es cosa indiferente , que la potencia suba , ò baxe ; que el cuerpo , ò peso gravíte , siguiendo su inclinacion natural , ò encaminado al contrario de ella. No se trata sino de un punto , y es , que la accion sea siempre la misma , y las potencias comparadas obren uniformemente: pero esta uniformidad de fuerzas debe cesar quando las direcciones de ellas se truequen, porque la palanca , à la qual se hallan inmediatamente aplicadas , en quien se suspenden , y cuelgan por medio de algunos cordes , ò es recta como  $g b$  , (Fig. 5) ò se mira interrumpida como  $f b$  : si es recta , las direcciones deben ser paralelas como  $g i$  ,  $h b$  : y si la palanca está interrumpida , hace un recodo , ò se pliega , y dobla ; las direcciones deben ser perpendiculares à su parte de palanca , como  $f c$  es perpendicular à  $f l$  , y  $b h$  lo es à la  $l b$  : quando las direcciones son paralelas como  $b h$  , y  $g i$  , entónces los brazos  $g b$  , son las medidas de las distancias al punto de apoyo , y respecto de las potencias. Pero si las direcciones son obliquas , ò

in-



inclinadas una sobre otra, como  $cg$ , ò  $dg$ , respecto de  $bh$ , estas direcciones destruyen la proporcion de las distancias, y de las potencias. La accion, que va desde  $g$  hasta  $d$ , tira parte ácia  $i$ , y parte ácia  $b$ : luego esta accion está dividida, y ya no es la que era, reuniéndose toda entera en la direccion  $gi$ . Del mismo modo la potencia  $gc$  tira la palanca  $g$ , parte ácia  $i$ , y parte ácia  $a$ : y quanto mas se acerque ácia  $a$ , mas pierde de su fuerza ácia  $i$ : con que es preciso tirar las perpendiculares  $bh$ ,  $gi$ , para tener la compensacion de las fuerzas por las distancias. Luego es necesario, que las direcciones sean perpendiculares sobre la palanca recta, si se quiere, que los brazos de la palanca sirvan para medir las potencias.

Si la palanca en lugar de estar recta como  $gb$ , se halla encorvada, ò interrumpida en  $l$ , como  $fb$ , en este caso la potencia aplicada en  $f$ , obrará, ò segun la direccion  $fe$ , ò segun la direccion  $cf$ , ò tirando ácia  $k$ . Poca, ò ninguna ventaja se podrá lograr en la direccion  $fe$ , que es obliqua, respecto de la plancha  $f$ , como lo es  $gd$ , respecto de la palanca  $gb$ . Del mismo modo, que se arruina el equilibrio de dos acciones, si la volvemos la una ácia  $e$ , se destruye tambien si tiramos ácia  $k$ . Para volver à hallar la proporcion del equilibrio, es menester tirar la  
per-

perpendicular  $c f$  à la palanca encorvada  $f$ , y entónces la pequeña potencia  $c$  es à la grande  $h$ , como el brazo pequeño  $2 b$ , en que obra la potencia mayor, al brazo  $3 f$ , en que obra la menor.

De estas observaciones han provenido dos, ò tres reglas de grande uso, y utilísima práctica.

1.<sup>a</sup> Si dos cuerpos, ò pesos, ò dos potencias se hallan en razon recíproca de las distancias, que hay desde el punto de apoyo à las direcciones perpendiculares, habrá equilibrio.

2.<sup>a</sup> Si dos pesos, ò dos potencias, de las quales la una sigue su direccion, y la otra va contra la suya, y de un modo, y en un sentido, ò segun el camino opuesto, atravesando espacios, que sean entre sí recíprocamente, como las potencias, son éntre sí tambien, de suerte, que los espacios mayores se corran, y atraviésen por la potencia menor, y el espacio pequeño por la mayor; se halla equilibrio; porque la accion de una de las potencias es igual à la resistencia de la otra.

3.<sup>a</sup> Si las distancias al fulcro son iguales, y los espacios corridos lo son tambien, no se puede hallar equilibrio sin la igualdad de potencias; y como se puede hallar el equilibrio igualando las potencias, se puede encontrar

tam-

tambien la igualdad de las potencias, buscando el quilibrio.

El instrumento, que sirve para este último modo de obrar, es el peso comun, porque es de brazos iguales. El instrumento de brazos desiguales, que causa los otros efectos, es el peso, à que llamamos *Romana*.

La experiencia, y el discurso han conducido estos instrumentos à su perfeccion, quitando muchos defectos, que arruinaban, è invertian las reglas, que acabamos de dar.

Las partes constitutivas del peso (\*\*) son la asa, el hastil, ò vara, que atraviesa de un lado à otro, el fiel, ò lengüeta, y las balanzas, vasos, ò tazas. 1.º Es preciso, que los brazos, que componen el hastil, sean perfectamente iguales en pesadez, y en longitud: la razon es, porque la mercadería, que se echa en una de las balanzas, debe pesar otro tanto, quanto la pesa, que se echa en otra, lo qual no sucedería, si fuésen desiguales los brazos: pues si uno de ellos contiene cinco partes, por exemplo, cinco pulgadas, y el otro solo quatro, podrían representarse en equilibrio, si el brazo mas corto fuese mas grueso, ò mas sólido, que el mas largo; y la mercadería puesta en este, corriendo mayor espacio, que la pesa en el brazo mas corto,

Fig. 6.

Fig. 10.

El peso.

Bilanz.

Fig. 6. y Fig. VI.

Fig. 7.

(\*\*) Muchos le llaman balanza, tomando el nombre de los vasos, ò tazas, que tiene, y en que se ponen las pesas, y mercancías.

## 88 *Espectáculo de la Naturaleza.*

opondría allí suficiente acción, y esfuerzo, para que apareciesen en equilibrio, no pesando con todo eso sino quatro quintas partes de la masa opuesta, y colocada en la otra balanza: y en cinco libras faltaría una, ò una onza en cinco, para que la mercancía fuese de peso. Porque como la distancia de la pesa al fulcro, ò punto de suspension no tendría sino las quatro quintas partes de la longitud del otro brazo, recíprocamente la mercadería, que se suspende en el mas corto, no tendría sino quatro quintos de la pesa.

Fig. 8.

2.º No solamente deben ser los brazos del peso de una misma longitud, sino que el hastil no debe estar encorvado; pues de otro modo queda todavia infiel el instrumento: para concebir este defecto, concibamos, que la pesa, y la mercancía, ò genero están en equilibrio, quando el hastil está à nivel, y en una situacion perfectamente horizontal: suponemos los brazos iguales, y los puntos de suspension de las dos razas, ò balanzas parciales à igual distancia del Exe, y punto de apoyo; pero con todo eso, si el peso está encorvado, si los brazos del hastil se inclinan ácia abaxo: y suponiendo, que sea la pesa puesta en el un vaso, ò balanza la que se quiere hacer subir, como se acostumbra en el comercio; la pesa, que de la direccion a, en que estaba al principio, sube à b, se halla allí

allí en una direccion mas lejana del fulcro: y el género, al contrario, pasará, baxando, á una direccion mas cercana al punto de apoyo, ó fulcro. De este modo, en lugar de una simple, y ligera añadidura, que se echa al género, ó mercancía para certificar al comprador de que se le dá, no solamente lo justo, pero tambien algo más, será necesario cargar considerablemente el género para ponerle en equilibrio con la pesa, de modo, que la haga subir, pues las direcciones se truecan, y hacen de una parte mas fuerte á la pesa, y de otra menos eficaz á la mercancía: y asi, será necesario, para dar aquel barato, ó hacer aquella gracia, mucho más, quando los brazos del peso están encorvados ácia abaxo, que quando están rectos, y horizontal todo el hastil. Semejante especie de pesos es perjudicial al que vende. Si los brazos, que componen el hastil estuviéran encorvados ácia el Cielo, ó ácia arriba, el defecto sería contrario, pues dexando la mercancía para hacer subir la pesa, adquiría una direccion mas ventajosa, y mas separada del fulcro, en vez de que las pesas perderían, teniendo su direccion mas cerca del punto de suspension: lo qual haría injusticia al comprador.

Tampoco queda el peso esento del mismo defecto, si siendo recto el hastil, que atra-

Fig. 9. viése de un lado á otro, no obstante que sea recto, tiene los puntos de suspension debajo de la linea horizontal, que pasaría por el centro del Exe, ó punto de apoyo, en que se mueve el peso: la razon es, porque el medio del hastil describiría en este caso un pequeño círculo al rededor del Exe, de modo, que un rádio de este circulito ganaría, subiendo, una direccion mas lejana del punto del apoyo, y el otro radio, baxando, se hallaría en una direccion mas próxima: con que les sucedería lo mismo á las dos balanzas, ó tazas. Para evitar, pues, este defecto, es necesario, que la linea Horizontal, que atraviesa el hastil, corte el Exe, y punto de apoyo, juntamente con los agujeros, en que están colgadas las balanzas, ó vasos, en que se ponen los géneros, y las pesas. De esta suerte rueda todo de una parte, y de otra con direcciones siempre paralelas. Todo esto es efecto de la misma Naturaleza: ella es quien lo arregla; si la pesa, y la mercadería, estando en equilibrio, destruyen toda la diversidad de direcciones, que las alteran, buscando únicamente aquella, con que se mantienen á nivel, la Naturaleza lo causa, y parece, que determina todas las cosas, que tienen un mismo peso, quando juegan, y voltéan libremente en los flúidos, que las cercan, á que se mantengan á igual distancia del centro de la Tierra.

3.º Para saber con certidumbre cuándo está el hastil Horizontal, y á nivel, se coloca en él un fiel, ó lengüeta perpendicular á la longitud del hastil, y quando los brazos están exáctamente paralélos al Horizonte, el fiel se esconde perfectamente en la caja, de donde no puede salir, ni á una parte, ni á otra, sin descubrir la caída del un brazo, y la superioridad del peso, que gravita en él. Pero para que esta señal sea segura, es necesario, que la mano, que pesa la mercancía, tenga la caja, que encierra el fiel, por la extremidad del asa, y aún será mas proporcionado, que todo el peso cuelgue de una sortija, dexándola jugar libremente, sin empuñar, ni llegar á la caja con peligro de inclinarla á un lado, ú á otro; porque en este caso la lengüeta se huiría de la caja, sin indicar claramente si el hastil está, ó no perfectamente Horizontal.

Fig. 6.

Por cómodo que fuese el peso, á causa de la simplicidad de su servicio, se conoció bien presto, que la práctica era embarazosa en el comercio á proporcion de la cantidad de géneros, que habia que pesar, pues era necesario, que segun se variáse la cantidad, se variásen tambien las pesas. Y quando el peso de los géneros era mucho, se necesitaba cargar de pesas enormes la balanza, ó vaso contrario: y muchas veces era preci-

La Romana Statéra.

so trocar estas pesas cada instante con una mutacion sensible, y fatigosa. Imaginóse, pues, otra especie de máquina para pesar, en la qual una pesa sola siempre puesta, y fácil de mover, pudiése dexar en equilibrio diversas mercaderias. La ingeniosa distribucion, que se hizo del uno de los brazos de este instrumento, es esta:

Fig. 10.

1.º Dividióse una palanca en dos brazos desiguales, y en esta desigualdad de longitud todavia quedó el dominio, ó de adelgazar el brazo mas largo, y engruesar el corto para mantenerlos en equilibrio, ó de permitir al mas largo mayor peso. Esto era indiferente, con tal, que al hacer la division del brazo mas largo, se tuviése cuidado con el exceso, que podría desbaratar el equilibrio, y que se diése al todo la justa compensacion, que se debia.

En el primer caso, en que el grueso del brazo mas corto quedaba en equilibrio con el mas largo, adelgazado suficientemente, no había cosa mas fácil, que la division de este último. Tomóse la longitud del brazo corto, desde su extremidad (en la qual se puso un gancho b) hasta el punto de suspension, ó centro de movimiento a, y se llevó esta longitud al otro brazo, notándola en él todas quantas veces cupo. Despues, colgando una pequeña masa, como c, del peso de



de una libra, dexándola movable con la ayuda de un corredor, ó anillo d, de modo, que se pudiese hacer pasar á lo largo del brazo por todas las divisiones 1, 2, 3, 4, ó más, si las cupiése. Este pilon, ó masa movable, puesta en la division primera, se halló perfectamente en equilibrio, siendo de una libra con otra libra de mercadería, colgada en el gancho b: los dos brazos por sí mismos se equilibraban, y las dos libras tenían un mismo peso á igual distancia del fulcro, ó centro de movimiento, con que se hallaba igualdad en todo: y llevada la pesa c á la division 2, se hallaba una vez mas distante de el punto de apoyo, que la libra puesta en b: asi doblaba el impulso, como doblaba la distancia; con que era menester poner dos libras en el garfio b, para que la mercadería se equilibráse con la libra puesta en 2. ¿Se vendian tres libras de Géneros? entón- ces la pesa se ponía en 3, y dexaba á nivel todo el hastil: del mismo modo en 4, y la masa de una sola libra, suspensa en la division 20, igualaba á 20 libras de peso, por exercitar allí un esfuerzo equivalente á todas las 20 libras. Esta no es sino una aplicacion nueva de la compensacion recíproca de la pequeñez de una de las potencias con la longitud de la palanca, y de la pequeñez de la otra palanca con la magnitud de su po-  
ten-

tencia. En todas estas diversas posiciones conservaban los brazos su equilibrio intrínseco: con que en ninguna parte turbaban el nivel, que debían tener. Pero en el corto caso, en que no querían aligarse á formar el brazo largo en igualdad con el pequeño, se necesitaba distinto método, y es como se sigue.

Fig. II.

2.º Excediendo, por exemplo, el brazo largo en el peso de media libra al brazo pequeño, de suerte, que media libra puesta en el garfio *b b*, diése la prueba de este solo exceso con el restablecimiento del equilibrio: entónces, para obtener la justa division del brazo largo, se juzgó á propósito dividir el pequeño en dos partes iguales, y llevar una de estas dos mitades del brazo corto al largo, desde el punto de suspension *a a*, hasta el punto *i*: despues tomar consecutivamente la medida total del brazo corto, y repetirla todas las veces, que cupiése, sobre el largo, empezando desde el punto *i*. Hecho esto, si la masa, ó pilon *c c* pesaba una libra, se veía por experiencia, como ya se había previsto, que suspensa en el punto *i*, mitad de la largura del brazo corto, quedaba á nivel con una libra de mercadería, colgada en el gancho *b b*. Porque lo 1.º la mitad de esta libra es la compensacion del exceso del brazo largo para quedar en equilibrio con el

cor-

corto. 2.º La otra media libra es á la libra, puesta en 1, como la distancia 1, mitad del brazo corto, á la total de este brazo. Mediante esta precaucion, que repara la desigualdad de la pesadez de los brazos, llegando á la division 2, debe ser la masa pequeña de una libra equivalente á la mercadería del peso de dos libras, en 3 al género, que pese 3 libras, y en 30 al que pese 30.

Esta division, que sorprehende á primera vista, está fundada sobre la misma regla que la precedente, que es tan simple. Supongamos, por un instante, que los dos brazos de la balanza estén en equilibrio: es cosa clara, que la masa de una libra, puesta sobre el punto, mitad de la longitud del brazo corto, constituirá equilibrio con media libra, colgada en el garfio *b b*; pues las distancias de estos dos pesos al punto de suspension, son recíprocamente como los pesos, y aquí tenemos el peso duplo con la mitad de distancia, contra la mitad de peso, y dupla distancia, sin causa alguna, que turbe esta igualdad de parte de los brazos, que no se exceden en pesadéz; pero si los brazos son desiguales, de suerte, que el largo pese al doble que el corto, se necesita aún poner en el gancho media libra para igualar los esfuerzos de los dos brazos: con que puesta la masa de una libra en 1, y manteniéndose el peso

so en equilibrio, habrá una libra de mercadería en el gancho; porque el equilibrio proviene de que aunque el brazo largo es doble del corto, la libra del corto está una vez mas lejos del punto de apoyo, que la libra del largo.

Si la libra movable se pone en la division 2, doble de la division 1, siendo entonces la distancia del gancho al punto de suspension dos tercios de la que hay desde el pylon, ó masa volante cc al mismo punto, tres medias libras en el gancho, deberán, según parece, dexar en equilibrio las dos medias libras cc en la division 2: pero acordémonos, que el exceso intrínseco del brazo largo, respecto del corto, es de media libra: luego como todo lo restante se haya puesto en igualdad, es necesario poner aún media libra en el gancho para compensar el largor del brazo: y de esta forma quedará el peso en equilibrio, quando la masa movable está en la division 2, y hay dos libras de géneros en el gancho.

Tan simple, y claro fué el raciocinio, que hizo preveer, del mismo modo, que llegando la masa movable á las divisiones 3, 4, 5, 30, y 40, estaría necesariamente en equilibrio con 3, 4, 5, 30, y 40 libras de mercancías puestas en el gancho.

Luego si no fuese menester sino un solo  
quar-

quarteron, para tener en equilibrio el brazo largo con el corto; despues de dividido este en quatro partes iguales, bastaría transportar las tres al brazo largo desde el centro de suspension, y tomadas estas tres partes, señalar 1, y despues acabar la division, repitiendo desde 1, toda la longitud del brazo corto otras tantas veces, quantas pueda entrar en el largo hasta su extremidad. El pilon movable cc, puesto en 1, que expresa las tres quartas partes de la longitud del brazo corto, parece deber formar equilibrio con los tres quarterones puestos en el gancho; pero porque aún se necesitaba un quarteron para tener el brazo largo en equilibrio con el corto, se seguia, que la masa de una libra en el punto 1 pidiése una libra de mercancía en el garfio, dos libras llegando á la division 2, y 20 llegando en lo largo del brazo á la division 20.

Quando para sostener el brazo mayor no fuera necesario poner en el garfio sino algunas onzas, entónces se dividía el brazo pequeño, ó la distancia del garfio al centro de suspension en 16 partes iguales; de este número se quitaban otras tantas partes, quantas onzas eran necesarias en el gancho para mantener el brazo largo en equilibrio, y se llevaba el resto al brazo mayor desde el punto de suspension. Si eran necesarias tres

*Tom. X.*

N

on-

onzas para poner los dos brazos en equilibrio, se llevaban trece partes del brazo corto, que es el exceso, ó resto de las 3 á las 16 onzas; y siendo el pilon, ó masa movable de 16 onzas, no podia dexar de hacer equilibrio en el punto 1, por quanto con 13 onzas, puestas en el gancho, se añadian 3 para contrabalancear la pesadez del brazo largo. Con que debía haber una libra de mercadería en el gancho, estando la pesa en 1: y haciéndose las divisiones restantes desde 1 con toda la longitud del brazo corto, habría dos libras en el gancho, para que la pesa halláse equilibrio en la division 2, 3 libras, para tenerle en la division 3, 4 en 4, y así en las divisiones restantes.

Fig. 11.

3.º Otro tercer caso se ofrecia, que necesitaba distinta division; esto es, quando el brazo corto se halláse mas pesado, que el otro; pero el mismo principio ha dado aqui tambien el modo de dividirlo. Es, pues, poner desde luego el pilón, ó masa movable, que supongo siempre de una libra, en el punto c, en que pueda tener los brazos en equilibrio, y despues de llevar toda la medida del brazo corto sobre el otro las veces que quepa, comenzando la numeracion, no desde el centro de movimiento, ó fulcro, sino desde el punto del equilibrio c. Y así, deteni-

do el pilon succesivamente en 1, 2, 3, 4, 5, &c. debe necesariamente haber equilibrio con una libra, puesta en el gancho, con 2, con 3, 4, 5, &c. guardada la proporción del modo dicho.

La división del brazo mayor en la hypóthesis presente, camina sobre el mismo principio. Supongamos, que la distancia del punto de suspension al punto c es la quarta parte de la longitud del brazo menor: imaginémos tambien, que el exceso de la pesadez de este brazo, respecto del peso del brazo mas largo, es un peso verdadero, y real, súspenso en el gancho: es claro, que este peso sería de un quarteron, pues es la quarta parte de la libra c, como la distancia de la libra c al punto de suspension, es la quarta parte de la distancia del gancho, al mismo punto, ó centro de movimiento.

Supóngase el exceso del brazo corto, respecto del largo, como un peso sobreañadido á dos brazos, iguales por sí en pesadez, y pongamos este exceso en otros puntos, sin quitar la pesa de c. Pongamos ahora con el pensamiento un exceso, ó añadidura en las tres quartas partes del brazo menor ácia el punto de suspension; se pregunta: ¿quál debe ser esta añadidura, ó exceso? Digo, que debe ser de una libra: porque el peso es recíprocamente al peso, como la distancia á la

distancia (\*\*); pero la masa en  $c$  está distante del punto de suspension una quarta parte del brazo corto, como el peso, buscado en razon de exceso, está aqui en las tres quartas partes del brazo pequeño, por no distar sino una quarta parte del punto de suspension: con que hay igualdad de distancia, é igualdad de peso; esto es, una libra de una parte, y otra de otra.

Si se imagína el exceso del brazo corto, respecto del mas largo, como un peso suspendido en medio del brazo corto; ¿quál deberá ser este peso? Será media libra, mitad de la masa  $c$ , como la distancia  $c$  es la mitad de la distancia, que hay desde el medio del brazo corto al punto de suspension. Si imaginámos de nuevo el exceso, puesto en la primera division, ó parte del brazo corto, en este caso será de un quarteron, y de un tercio de quarteron, que juntos son el tercio de una libra. Es claro; pues siendo la distancia de este peso al punto de suspension tripla de  $c$ , no debe ser sino el 3.<sup>o</sup> de la libra, que está en  $c$ . En fin, si imaginamos, que los dos brazos son iguales, dexamos la libra en  $c$ , y queremos el equilibrio con la aplicacion de algun peso al garfio; ¿quál será el peso? Este

(\*\*) Véase Christ. Vvolfo Comp. Math. t. 1. Elem. Mechân. Theor. V. y Probl. III, y VII.



peso será á la libra, como la distancia  $c$  es al brazo corto, todo entero. La distancia es la quarta parte del brazo pequeño: con que el peso, añadido al gancho para obtener el equilibrio, será un quarteron.

Asi en qualquier punto del brazo corto, que se quiera imaginar la posicion, ó lugar de su exceso, respécto del brazo largo, será siempre evidente, que quando el pilon, ó masa movable llega á hacer equilibrio en un punto, que se llamará  $c$ , se halló el verdadero contrapeso del exceso del brazo corto, respécto del brazo largo, y que despues de esto, solo es necesario transportar la largura, ó longitud del brazo pequeño sobre la longitud del brazo grande otras tantas veces, quantas quepa en éste; y asi habrá quatro quarterones de mercadería en el gancho, estando el pilon, ó la pesa volante de una libra en  $1$ , primera division despues de  $c$ , pues el peso es entónces al peso, como la distancia á la distancia. La distancia de la division  $1$  á la suspension, comparada con la distancia del gancho al mismo punto de suspension, es como de  $5$  á  $4$ : pues del mismo modo una libra en el gancho con el quarteron de exceso, que colgamos en el gancho mismo, es, respécto de la libra, en  $1$ , como  $5$ , á  $4$ : con que habrá una libra de mercadería en el gancho, quando el pilon llegáre  
des-

despues de c á la division 1. Esta precaucion tomada , lo demas todo es corriente : quando la pesa movible llegáre á 2 , habrá dos libras de mercadería en el garfio de la Romana; y quando la pesa estuviére en 3 , en 4 , en 5. &c. habrá en el gancho mismo 3 , 4 , 5 , ó 6 libras en Géneros.

Si el exceso en el peso del brazo mas corto , imaginado , no como unido á voluntad, á tal, ó tal punto del mismo brazo , sino únicamente como suspenso en el gancho, fuese de media libra , el punto c , en donde el pilon haría equilibrio con este exceso , estaría visiblemente distante del punto de apoyo el espacio de una longitud igual á la mitad de la longitud del brazo menor ; y despues proseguiría la numeracion su camino , repitiendo el total del brazo corto. Si por el contrario; este exceso no fuese sino de una onza , de dos onzas , ó de tres , el punto c estaría distante de la suspension solamente la décima sexta parte de la largura del brazo menor , ó bien estaría dos , ó tres décimas sextas partes de esta misma longitud.

Ninguna division de estas trae consigo cuidado alguno sino para el Artífice fiel del instrumento ; de modo , que quando este se halla ya aprobado , y puesto en el comercio , de qualquier punto , que empieze la numeracion 1 , 2 , 3 , 4 , 5 , &c. sigue el com-  
pra-

prador las señales sin trabajo , y comunmente sin temor alguno.

No se puede negar con todo eso , que aunque este instrumento es mas commodo en muchas cosas , y ocasiones, es tambien por otra parte mas dificil de ajustar , y aún mas apto para fraudes, que el peso de brazos iguales. La multitud de divisiones , que es necesaria en toda la longitud del brazo, en que está el pilón, y la proxímidad grande de las señales, con que se notan , pueden dar lugar á no pocas faltas , y turbar la justificacion , é igualdad de la mechânica. Los puntos , que sirven para notar las divisiones , tienen fondo , y anchura determinada , de modo , que se hagan sensibles. El vendedor, por fraude, ó por descuido, puede tener el pilon , ó anillo de la pesa movable ; no en el justo medio de los puntos, sino más al un lado, que al otro , y la falta, reiterada muchas veces, puede causar mucho perjuicio , sea en aquello , que se compra , ó en aquello, que se vende. El brazo largo de la Romana tiene dos divisiones en las dos esquinas , ó lados opuestos , segun el grueso del brazo : y estos dos lados opuestos corresponden á las distancias del gancho al punto de suspension. Uno de estos se llama el *endeble* , y el otro el *fuerte* (\*\*); el endeble sirve para las

(\*\*) En Hespaña solo dicen pesar por menor , y pesar por mayor : esto con las señales mas gruesas , y juntas ; y aquello con las mas endebles , y separadas.

cosas de ménos peso, y corresponde á la mas larga distancia del gancho al punto de suspension : con que las divisiones están mas lejanas éntre sí. El fuerte sirve para los Géneros, y comercio de mas peso ; y como la distancia del gancho á la suspension es en esta parte mas pequeña, las señales de division están mas juntas.

Los dos primeros usos de la báscula, ó peso, tanto de iguales, como de desiguales brazos, y de la palanca, son, como hémos visto, levantar, y contrabalancear. Pero no obstante la suma simplicidad de este instrumento, se han valido de él los hombres, aplicándole á multitud de usos, servicios, y efectos, que basta apuntar solamente.

Las tenazas,  
y las pinzas.

Dos palancas unidas éntre sí, ó juntas en forma de cruz, con un clavo, ó exe comun, que las atraviesa, ( al rededor del qual forma cada una á parte la báscula ) componen las tenazas, y pinzas de toda especie. Cada una de estas palancas está como interrumpida, ó dividida en dos, en aquella parte, en que el clavo une los dos brazos, de los quales no puede subir el uno, sin baxar el otro. Quando los dos brazos se abren, ó se separan del lado de acá del clavo, que los junta, y es el punto de apoyo comun, los otros dos brazos, aunque siguen el camino opuesto se

se apartan igualmente, y se vuelven á unir uno sobre otro, quando se juntan los dos restantes. Llamémos brazos anteriores á los que manejamos, ó empuñamos nosotros, y que llegan hasta el punto de apoyo; y brazos posteriores á los que están del lado de allá del punto de apoyo, ó clavo de union. Quanto mas largos son los brazos anteriores, con tanta mas fuerza obran los posteriores; si los anteriores son por exemplo, seis veces mas largos, que los posteriores, solo es necesario aplicar á la extremidad de los primeros una fuerza de diez libras, para que pueda dar un muchacho á la extremidad de los brazos posteriores la accion, y fuerza de 60. libras. De esta suerte gobernará sin trabajo una madera, ó viga, que de otro modo tendría dificultad en moverla solamente. Asi un hombre, cuyos músculos pueden poner una accion equivalente á quarenta, y cinco, ó cinquenta libras, podrá dirigir, y manejar á su gusto una pesada, y vasta pieza de metal, asiéndola con las tenazas, cuyos brazos anteriores son seis veces mas largos, que los posteriores, y exerce sobre esta masa una fuerza, que es como seis veces cinquenta, ó equivalente á un peso de 300. libras.

Este nuevo instrumento, tan apto para apoderarse, y asir las masas de metal, y pa-

ra hacernos superiores á su resistencia , se diversifica sin término. Adquiere otros nombres, y otros méritos , según la variedad de formas , que les saben dar á los brazos posteriores. Una de las mas útiles ha sido haberlas hecho de modo , que corten , formando tijeras de todas especies, y figuras (\*\*), cuya fuerza se aumenta , á proporcion de la longitud de los brazos anteriores , y pueden ser tales , que se las emplee en cortar cobre , plomo , hoja de lata , y aún materiales mas duros. La fuerza de los brazos posteriores se va tambien aumentando , á medida, que aquella materia , en que trabajan , está mas cerca del clavo , ó punto de apoyo ; porque esto es lo mismo que acortar aquellos brazos ; y ya hemos visto , que la fuerza de los brazos posteriores se aumenta , á proporcion que se disminuyen , ó acortan ; porque la fuerza moviente , que obra en los anteriores , es otro tanto mayor , quanto exceden en longitud á los otros.

Palanca, ó Rosca firme, e inmovible por un lado.

Un modo hay muy ventajoso de servirse de la palanca , que parece del todo diverso de los precedentes , y en donde se pueden notar siempre los mismos aumentos de fuerzas. Este es modo de afirmar el un lado de la Palanca, ó Rosca, de manera, que la atadura, ó estacas , que la afirman , la impidan , que se des-

(\*\*) Tierra , y Tajas de hierro. Odin. Dic. L. C.

deslice á una, y otra orilla; pero no el subir ácia arriba, ni baxar ácia abaxo, segun toda su longitud: considerémos aqui tres puntos: el 1.º de union, que ata, y afirma el un lado de la palanca: 2.º el punto de resistencia, sobre el qual baxa la palanca: 3.º la fuerza motriz, ó potencia, que se aplica al otro lado de la palanca. Toda la accion de esta Máchina cae sobre el punto de resistencia, y quanto este punto se acerca mas al de union, mas extension se le da al brazo, que se prolonga desde el punto de resistencia hasta la fuerza moviente, ó motriz: y aunque esta sea siempre la misma, se hace mas eficaz, á proporcion que se le da á esta longitud más, y más aumento. En esto consiste la fuerza de la prensa grande (\*\*), que es un árbol grueso, ó muchos árboles combinados, detenidos, é invariablemente firmes por un lado en pilares (\*\*), ó husillos. Estos pilares, ó árboles están firmes, colocados sobre la mesa, y superiores al pié de la uva, ó pilon de racimos bastante vecinos á esta extremidad: y en la otra, que está muy lejos, se hace obrar á una caja cargada de muchos millares de piedras

(\*\*) Véase el tom. 4. de esta Obra, pag. 178.

(\*\*) En algunas prensas les llaman *Piernas*, en otras *Estacas*, en otras *Canes*, en otras *Arboles*, en otras *Piés derechos*, y así varían casi conforme las prensas: algunos les llaman *Montantes*, y son aquellos maderos, en que se afirma la tuerca, ó tablon de la prensa para subir, y baxar.

dras, ó alguna otra potencia, que opríme el pié de uva con tanta mayor facilidad, cuánta este pié se halla mas próxímo á la union, y mas lejos de la potencia.

Fig. 12

Si la palanca juega por uno de sus cabos sobre el exe, ó clavo, que la ase, y afirma, el pilon de uvas, ó qualquiera otra materia divisible, y que conserva su resistencia á la palanca, experimentará la accion con tanta mayor fuerza, cuánto la potencia se halla lejos del punto de apoyo; ó cuánto este punto esté más próxímo al de inmovilidad, y union, principalmente si la palanca tuviére una hoja, aguda como la hoja de un cuchillo. Todos los puntos de esta palanca describen en tiempo igual otros tantos arcos diferentes, y cuánto el punto se halla más próxímo al fulcro, ó punto inmóvil, otro tanto mas pequeño es el arco, que forma; y al contrario: cuánto mas lejos se halle, otro tanto el arco es mayor. Todos estos puntos, pues, describen arcos diferentes en tiempo igual, y obran segun la proporcion inversa de las potencias á los arcos, que corren, y describen, de suerte, que se deberá aumentar la potencia, á medida que sea pequeño el arco, que forme, y se necesitará menos fuerza, á medida que el agente describa el arco mayor. Supongamos, que el punto de este filo, con que se corta el racimo, se halla cinco veces mas cer-



cercano del punto , en que la Máchîna está fixa , que de la mano , que la hace baxar , y gobierna. Si el esfuerzo , que hace esta mano , describiendo un arco cinco veces mayor , que el que forma el punto cortante , es de una presion de diez libras ; el punto del corte obra con una accion de cinquenta : y si la caja de 20000. libras suspensa en los pilares de la viga , ó prensa , está cinco veces mas lejos del pilon , ó pié de la uva , que lo está el pilon mismo del punto de union , y firmeza del otro cabo de la viga ; atravesando el punto de presion cinco veces ménos camino , que la caja , aprieta el pié de racimos , yá en la mesa , yá en espuestas , ó cofinas con una presion equivalente á cien mil libras.

La misma regla se sigue , y la misma ventaja se halla , yá se baxe esta Máchîna , ó palanca , asida , y firme por el un lado , ó yá se alze ; que se sirvan de ella para apretar una materia , que resiste , puesta éntre el punto de union , y la potencia , ó que la usen para levantar un cuerpo pesado , y suspenso éntre la union , y la potencia ; pues en todos estos casos , y circunstancias , lo que el espacio mas pequeño es al grande , es la potencia moviente á la resistencia ; porque quánto la resistencia está mas próxîma al punto de union , ó que afirma la Máchîna , otro tanto es más pe-

## 110 *Espectáculo de la Naturaleza.*

pequeño el espacio, que se corre: con que entónces la potencia moviente, aunque segun su propesion sea más pequeña, compensa la debilidad con el espacio.

Contrapesar, golpear (\*\*), cortar, y levantar, son los primeros, y mas ordinarios socorros, que el Hombre ha sabido sacar de las palancas. Las mas ventajosas, sin duda, son el haber hecho ceder los mas enormes pesos, á las limitadas fuerzas del Hombre; pero no bastaba hacerlos ceder, y perder su asiento, y lugar, era preciso poderlos elevar, y hacer que atravesásen el vago espacio del ayre. No habia otro medio, que este, para que reparáse el Hombre las inconmodidades de los terrenos desiguales, y diése á las fábricas, y edificios una altura razonable.

Las partes de las poléas son la caja, ó chapa, la rodaja, y el exe: la caja es una especie de asa, en que la rueda se mueve libremente. La rodaja (\*\*), sea de madera, ó de metal, está socavada, ó tiene una canal en todo su contorno para recibir, y mantener mejor la cuerda, que la rodéa. El exe es una especie de clavo, que atraviesa la rodaja,

Las poléas, garruchas, carrillos, ó trócolas. Vease la nota puesta al principio de la *Machinaria*.

(\*\*) El Italiano traduce *Schiacciare*, que es romper, ó hacer pedazos; pero á esto corresponde en Frances *Ecraser*, *Casser*, *Eca cher*; quando el *Fouler* de que usa aqui M. Pluche, se traduce con alguno de estos verbos *Premere*, *Pestare*, *Calpestare*, *Sodare*, &c. Véase el 1, y 2. tom. de Antonin Dic. Let. S, y L F.

(\*\*) La rodaja es una garrucha, ó poléa parcial, de modo que muchas redajas componen la poléa, ó garrucha total, ó *polyspastos*.

ja, y al rededor del qual voltéa, subiendo, los puntos de un lado, quando baxan los del otro. Esta máchîna se puede usar de dos modos, ó manteniéndola fixa, ó dexándola movible: llámase fixa, no porque no ruede sobre su exe, sino porque la caja está inmoble (Fig. 13.): llámase movible, quando esta caja no está asida á un punto fixo, sino que sigue la direccion del peso, que cuelga de ella (Fig. 14.). La poléa fixa es un verdadero peso, ó balanza; pero no obstante ser esto cierto es menester, que lo hagamos patente, y claro. La poléa movible es una verdadera palanca; pero es preciso determinar la ventaja, que tiene. La fixa es un verdadero peso, porque en ella se puede concebir cada punto de la rueda como la extremidad de una linea, ó de un radio, terminado en el exe, y en correspondencia con otra linea semejante, que se encamina por el lado opuesto. Estas dos lineas, ó radios juntos son los dos brazos, ó el equivalente del hastíl del peso: pues es claro, que el hastíl debe estar horizontal para formar un juicio arreglado, respécto del cuerpo, que mantienen, y peso, que determinan. Del mismo modo en todos los puntos, que componen la rueda de la garrucha movible, no se mira sino á los dos puntos, ó extremidades de la linea, que atraviesa la rueda, y el exe; porque estas piezas son aqui  
las

las que reciben la presión de las potencias, las cuales se pueden considerar por medio de las cuerdas, como prolongadas, y aplicadas inmediatamente á las dos extremidades de la línea, que corta el centro, y el punto del balancéo. Quando se sube un cuerpo pesado por medio de la garrucha fixa, se pasa una cuerda por encima de la rueda, y de las dos cuerdas pendientes, segun las direcciones paralelas, que llevan, la una sostiene, y sube el peso, ó carga, y la otra es dirigida en un sentido, y con una acción contraria, por la potencia, que hace el esfuerzo, para que suba el cuerpo pesado otro tanto como ella baxa.

Quando un agente, ó una potencia sostienen, por exemplo, una piedra con la ayuda de qualquiera poléa fixa, es necesario, que pongan esfuerzo, ó acción igual á la pesadez de la piedra: porque si del centro se tiran líneas ácia la parte, en que la cuerda dexa de tocar la poléa, estas líneas serán horizontales, y al mismo tiempo perpendiculares á la cuerda, y medirán las distancias del centro á las direcciones de la potencia, y piedra, ó peso, que sube: estas líneas, pues, perfectamente iguales, tienen lugar, y hacen veces de una palanca de brazos iguales, cuyas extremidades describen iguales arcos: con que siendo los mismos los espacios, corridos  
por

por las potencias las sumas de estos esfuerzos, y acciones de las potencias, serán igualmente las mismas; pero basta para dexar victoriosa de la resistencia à la potencia, que obra, el que esta rompa el equilibrio con la mas leve superioridad.

No solo sirven las poléas para hacer subir cuerpos muy pesados con la commodidad de los contrapesos, de que pueden ayudarse nuestros brazos; sino para mudar, segun se necesite, las direcciones de las potencias, y para disminuir la aspereza de las frotaciones con la movilidad de los puntos.

Veamos si la poléa movable da mas facilidad à la potencia, que la poléa fixa. Esta es un peso, cuya linea horizontal describe con sus extremidades arcos iguales; pero la poléa movable es una palanca, en la qual, una de las extremidades se reputa inmoble, y en quien todos los demas puntos describen arcos desiguales éntre sí. La ventaja debe estar de parte de la potencia, que dirige su accion à un punto, y que atraviesa mayor espacio. Aquí, pues, tratamos de determinar esta ventaja.

Si se repara, se verá en estas poléas, que uno de los cabos de la cuerda está asido al gancho inmoble a, y la potencia tira de el otro cabo b, de suerte, que todos los puntos de la cuerda, que está fixa al gancho in-

Fig. 14.

Tom. X.

P

mo-

114 *Espectáculo de la Naturaleza.*

moble, sirven de apoyo, y fulcro à la poléa; y porque el peso  $c$  está puesto éntre la potencia  $bb$ , y el fulcro  $aa$ , es necesario, para obrar con ventaja, que para el equilibrio haga la potencia ménos fuerza, que tiene de pesadez el cuerpo. De hecho la cuerda  $aa$ , asida al gancho  $a$ , sostiene una parte del peso  $c$ : luego es indubitable, que la poléa movable facilita la accion de la potencia, y que con menor esfuerzo puede esta sostener el mismo peso, que la poléa fixa. Pero si consideramos como una palanca la linea  $aa$ ,  $bb$ , que corta, ò une los puntos, en que las cuerdas hacen su fuerza en la rueda, y se separan succesivamente de ella; ¿no es claro, que la direccion de la potencia  $bb$  estará al doble de lejos del fulcro  $aa$ , que la direccion del peso  $c$ , que se debe concebir como impelente en  $d$ ? Basta, pues, por consecuencia, conforme à la regla establecida, hablando de la palanca, que la potencia  $bb$  ponga una accion, que sea como la mitad de pesadez de  $c$ .

La medida de esta accion, ò esfuerzo se halla en la comparacion de los espacios corridos. Porque desde que la potencia  $b$  comenzó à levantar el peso, hasta que la potencia misma llega en frente del gancho  $a$ , se halla haber atravesado todo el espacio, que hay desde el suelo hasta el gancho  $a$  mientras el peso

peso *c* anduvo la mitad de este espacio solamente; y quando ya llegare el peso, que se levanta, al gancho *a*, la potencia *b* habrá corrido, no solo el término, que hay desde el suelo al gancho *a*, sino otro espacio, tambien igual à este, encima del mismo garfio *a*. Luego si los esfuerzos son otro tanto menores, quanto más se ven reiterados, ò quanto más se repiten, siendo el espacio, corrido por la potencia *b*, doblado del que ha caminado el peso, no es menester sino la mitad de la potencia para hallar el equilibrio con el cuerpo pesado, que se maneja.

En el uso de la poléa fixa, obrando la potencia segun su direccion, hace caminar al peso contra la suya, mediante la simple igualdad, con la superioridad mas ligera: y entónces la ventaja única, que logra la potencia, es la elevacion del cuerpo pesado contra su direccion natural. En el uso de la garrucha, ò poléa movible, no solo sube el cuerpo pesado, sino que sube con una mitad de fuerza ménos, que es nueva, y notable ventaja. Pero supuesto, que nuestras fuerzas son tan pequeñas, procurémos ver todavia, cómo podrémos ahorrar su dispendio, aumentando el provecho al mismo tiempo que escusamos fuerza, y trabajo. El mérito de las máchinas tiene muchas semejanzas con las utilidades de la economía.

## 116 *Espectáculo de la Naturaleza.*

Polyspastos,  
ò multiplicacion de garruchas.

No son pocas las ocasiones , en que el Hombre tiene necesidad de transportar , ò subir masas , cuya pesadez excede muchas veces , no solamente la fuerza de sus brazos , sino tambien aquellos ordinarios socorros , con que se ayuda , quales son las palancas , y la poléa movible. No llega , pues , el Hombre à triumphâr de la resistencia , que le hacen semejantes cuerpos , sino juntando muchas palancas , ò uniendo muchas poléas , con que multiplique el alivio , y los esfuerzos. No es conveniente , que las garruchas , que junta, estén siempre fixas , pues serían de este modo mas nocivas , que provechosas para el fin, que se propone : tampoco pueden ser todas movibles , pues las movibles necesitan de arrimo firme , que las sustente : con que para sacar provecho de la multiplicacion de garruchas , se deben unir las fixas con las movibles , y à este conjunto le da la Mechânica el nombre de *polyspastos* : la union de las poléas (\*\*) movibles se llama polypastos movibles: y el conjunto de las inmóviles se llama polypastos inmóvil. Las garruchas , ò poléas inmóviles están todas fixas con una misma chapa , ò caja , como a , (en la Fig. 15) y las movibles están encerradas , ò aseguradas con otra chapa , ò caja , como b , en la misma figura. Puedense disponer las rodajas , ò gar-

(\*\*) O rodajas , ò roldanas. Véase el Perfecto Artillero, pag. 49.



ruchas, tanto las fixas, como las movibles, de dos modos: 1.º Todas las fixas se pueden afirmar con un mismo barron, ò Exe a, (Fig. 16) al modo que los inoivbles lo están con el b. *Ibid.* 2.º Se puede poner un Exe en cada rodaja. La cuerda está por lo ordinario unida por un cabo al polypastos innoible, como en c, (Fig. 15) y en a. (Fig. 16) Despues pasa alternativamente por debaxo de una poléa movable, y luego por encima de una fixa, y el agente, ò potencia obra por la otra extremidad, como en d, (Fig. 15) y c. (Fig. 16.)

Veamos ya el auxilio, y facilidad, que recibe el agente por medio de el polypastos. Supongamos, que un Cosechero quiere sacar de su cueva una tinaja de aceyte, ò qualquier Mercader otro peso de 500, ò 600 libras: no necesita para esto sino una abertura en la bóveda, que cubre la cueva, las garruchas fixas colocadas en la parte superior, las movibles asidas al tonél, y la diligencia solo, y fuerzas de dos criados, si cada uno de estos pueden, como es indubitable, regularmente hablando, levantar cinquenta libras: unidas las fuerzas de ambos, levantarán hasta 100: pongan, pues, un tripastos, ò una garrucha de tres rodajas en exercicio, y podrán con esta máchîna dejar la tina de aceyte en equilibrio, y vencer-

cerle despues con poco aumento , sacando este peso con la misma facilidad ; que sacáran de lo mas profundo de la cueva solas 100 libras. Para hacer claro , que con una fuerza equivalente à cien libras , y con algun exceso mas , podrán subir , y dominar el peso de seiscientas , recurriremos al principio, que ya tenemos establecido. Supongamos, que el cuerpo , ò peso , que se eleva , sube un pié , es preciso , que el cordél , que abraza las seis rodajas , y que à cada una le hace dar una vuelta para la subida de un pié , se arrolle, ò dexe seis piés en las manos de quien le tira, lo qual es equivalente al camino de seis piés , que huviesen caminado estas manos, mientras la tinaja corrió uno solamente. La razon es , porque en el equilibrio la potencia motriz , y el cuerpo movido deben estar en razon inversa de los espacios , que corre la potencia , siguiendo su direccion , y el cuerpo pesado contra la suya : con que la accion de la potencia moviente , que corre 6 piés; mientras la resistencia atraviesa uno , no debe ser sino la sexta parte de la pesadez de el cuerpo , para que pueda formar el equilibrio : y asi , siendo el peso de 600 libras, hasta que la potencia moviente ponga una fuerza de ciento ; pues ciento con una garrucha movable sola equivalen à 200. Si el polypastos movable tuviera quatro rodajas , la cuer-

cuerda , que abraza quatro rodajas inmables , ò finas , y quatro movibles , andaria ocho piés , mientras subiése uno el peso movido , y entónces bastaria , que el polypastos pusiése una fuerza solamente igual à la octava parte de la resistencia ; y asi , la accion de un músculo , ò de una pesa de cien libras , añadiéndole una , ò dos , haría subir una carga , ò lío de 800 libras. De suerte , que para tener la razon de la potencia al peso , es necesario doblar el número de rodajas , que abraza la chapa , ò caxa movable , pues hay el mismo respeto éntre la potencia , y el peso à quien mueve , que éntre la unida , y el duplo de las rodajas movibles.

En todo lo que hémos dicho del efecto de la poléa , ò garrucha movable , y del polypastos , hémos supuesto , que las direcciones son paralelas. Pero si se apartan del paralelismo , llegando à concurrir , el auxílio , que la potencia recibirá de la máchîna , será algun tanto menor , que el que hémos determinado : porque en este caso la accion , que pone el agente , se divide , tirando ácia lo alto el peso , y juntamente ácia aquel lado ácia donde se retuerce , ò inclina.

Las ruedas de los carruages participan de la naturaleza de las poléas movibles. La tierra , en que estriba la rueda , es el fulcro , ò punto de apoyo , la longitud de la palanca se

Ruedas de los caaruages.

## 120 *Espectáculo de la Naturaleza.*

se toma desde la tierra hasta el medio de el cubo , ò centro de la rueda , que corresponde à la lanza , pértiga , ò varas , que se afirman à los Caballos. Consiguientemente las ruedas mayores son mas ventajosas que las pequeñas; porque las palancas , ò el espacio , y radio de la rueda , que hace officio de palanca , es mas largo , y porque cada punto del cubo , que se ve tirado por momentos , se halla en la direccion del impulso , que le dan , y corresponde tambien à la altura del pecho de los animales , que tiran.

Hallanse Medallas Romanas , y otros monumentos , que nos representan las Carrozas de las Emperatrices , y otras diversas especies de carruages , todo de quatro ruedas , absolutamente iguales ; en lo qual aparece , que los antiguos estuviéron en esto más bien servidos que nosotros , que ponemos en nuestros Coches , y carruages quatro ruedas , las dos muy altas y las otras dos pequeñas : de donde se sigue , que las Mulas , ò Caballos tiran à un tiempo mismo la rueda grande por medio de una especie de palanca , que sube hasta la altura de dos animales , y la pequeña por medio de otra palanca , que queda mucho mas baxa. Además de la pequenez de esta palanca sucede , que la direccion del impulso con que tiran de ella , no va , ni se dirige à la extremidad de la perpendicular , lo qual debi-

li-

lita mucho la acción de la potencia, que tira. Si se calcúla, yá sea segun las hypotheses mas verosimiles, ò yá con las mas ajustadas medidas, la corta ventaja, que los Caballos consiguen con esta palanca pequeña, y la ventaja superior, que alcanza con la grande, que es el radio perpendicular de la rueda mayor, se formará una cuenta, que nos dé el total; pero este total, que encontramos, sería mucho mayor, si nuestros carruages tuviésen quatro ruedas grandes, è iguales, esto es, quatro palancas grandes continuamente dirigidas, y que van à parar con su extremidad à la direccion perpendicular de el impulso, que se les comunica, ò à la linea, con que tiran de ellas.

No solamente el radio de la rueda pequeña, y la direccion del impulso, con que mueven el carruage, disminuye su servicio; sino que las Mulas, ò Caballos se hallan tambien recargados, y detenidos con parte del peso del mismo carruage, à causa de la direccion obliqua, que de abaxo ácia arriba interviene en este caso. ¿Por ventura nos hémos cargado caprichosa, y voluntariamente de esta dificultad duplicada? No por cierto: parece, que la intencion del método moderno ha sido mantener la parte anterior de el carruage en una especie de suspension, à fin

de que en un mal paso el primer esfuerzo de las Mulas se dirija à levantar en alto esta parte anterior para facilitar el movimiento de la posterior, de modo, que no se embarranque, y atólle.

Resumamos en pocas palabras las ventajas, que se sacan de la poléa, y de la palanca. Con las palancas ordinarias, yá estén divididas en dos brazos con su fulcro, ò punto de apoyo, ò yá estén firmes, y asidas por el un lado, se pueden mover, y levantar qualesquier pesos; pero no se pueden transportar, ni hacer mudar de sitio, sino por muy poco espacio. Con la garrucha, ò poléa se puede, es verdad, levantar un cuerpo pesado à la altura, que se quiera; pero es preciso, que la potencia consuma otras tantas fuerzas, quanto es el peso, que eleva, y aún algo mas, para que pueda romper el equilibrio. Con la poléa movable se disminuye, es asi, la resistencia una mitad; y si se aumenta el número de las poléas, adquiere la potencia dos veces mas fuerza, que hay de poléas movibles, ò basta, que la potencia moviente sea al peso, que mueve, como uno al duplo de las poléas movibles; pero esta multiplicacion de poléas, tan ventajosa en muchas ocasiones, es en otras embarazosa, y aún impracticable. Por esto, pues, se ideó buscar, y reúnir

nir todas estas conveniencias en una simple máchîna solamente : y se ha conseguido.

Juntanse dos poléas fixas, la una muy grande a, y la otra muy pequeña b, atravesada una, y otra de solo un Exe c c : la circunferencia de la poléa, ò pequeño cylindro b, aplica, y arrolla en sí el cordél asido firmemente al cuerpo pesado, y la circunferencia de la poléa grande a recibe la accion de la potencia motriz : à la poléa grande se la llama rueda, y à la menor tympano, ò cylindro, y el todo conserva el nombre de rueda ; (\*\*) y como el cylindro se puede alargar quanto se quiera, la rueda puede ensancharse tambien à proporcion. Las pinas, ò calces de esta rueda se pueden atravesar con muchos clavos largos, ò pasadores, que hacen cómodo à la potencia moviente el obrar sobre la rueda, como se vé en la Fig. 17. Puédese ensanchar esta rueda en forma de un gran tambór, de suerte que su caxa pueda recibir uno, ò muchos hombres, que subiendo ácia delante por la parte, ò circunferencia interior de la caxa, ò tambór, obligan à cada una de las partes, que pisan, à baxar ; con que prosiguiendo la operacion, hacen dar vuelta à la rueda, al cylindro, y à la cuerda : à esta especie de rueda

Fig. 17.

La rueda y su tympano, ò Exe.

Q 2 da

(\*\*) Esta máchîna participa de la *Grúa*, y del *Exe* en el *Peritrochio*, ò *Cabrio*; y asimismo del *Arguc*, que usan los Marineros para arrancar, y subir las anchôras, y énter fardos, ò cargas de mucho peso en los Navios.

Tympano. da le dan el nombre de tympano. (\*\*a)  
Fig. 18.

En lugar de la rueda grande se podrá alguno contentar con que se hagan algunos agujeros en el cilindro, para introducir, y afirmar en ellos unos rayos, palancas, ò esquadras (\*\*b) de que se valga el agente, como de otras tantas palancas, para hacer dar vueltas à esta máquina, la qual entónces toma el nombre de torno d: (Fig. 17) la pequeña poléa b, que se llama tympano, ò rodillo, se extiende à una longitud considerable à la diestra, y à la izquierda de la circunferencia de la rueda a: puédesse concebir esta poléa, como atravesada, segun toda su longitud, con una linea, ò Exe, cuyos dos términos cc se llaman espigas: (\*\*c) estos son los sustentáculos de la máquina, y sobre ellos forma su revolucion, ò dá sus vueltas, asegurándose mas el juego de la máquina, quanto ellos estén mas firmes, y causando ménos frotacion, y ménos mórulas, y lentitud, quanto fuéren mas pequeños: pueden mirarse tambien como lugar-thenientes del Exe de la garrucha, y como tejuelo, (\*\*d)

(\*\*a) Los Griegos, y los Antiguos le llamaron *Geranon*. Véase la trad. Ital. y Tosca t. 3, trat. 9. de la Maq. prop. 7.

(\*\*b) Este último nombre le dán los Facultativos.

(\*\*c) O Gorriones.

(\*\*d) *Tejuelo* una máquina, puerta, &c. es aquella planchita (que suele estar socavada) en que estriba el Exe, ó quicio para dar vueltas, sin que haga hoyo, y que sirve de basa, en que se sienta, y afirma la espiga del mismo Exe. ò quicio A esta espiga, que es aquella punta, que sale mas que el resto del Exe, el llaman algunos *Gorron*.



en que como sobre una basa , ò chapa fixa , è inmobile voltéa el Exe. Despues de esta descripción del tympano , y del torno veamos ya de qué nos sirven. En ellos se encuentran los servicios de la palanca , y las utilidades de la poléa ; pero sin los inconvenientes de estas dos máchinas.

Baxando de un lado el rayo horizontal de la rueda , hace subir del otro el rayo del tympano , en que está arrollada la cuerda. El Exe del tympano , à quien rodéa la cuerda es un verdadero fulcro , ò punto de apoyo , y estos dos rayos juntos hacen el oficio de palanca : el rayo de la rueda es aqui el brazo mas largo , y el mas corto el rayo del tympano ; pero el uso de la palanca ordinaria es endeble , y lleno de interrupciones , quando en esta máchina , la palanca , que acaba de obrar , se substituye al punto con otra : que continúa la accion , sin que se interrumpa ; porque tirando continuadamente la potencia ácia una misma parte , ò en un mismo sentido , el peso va subiendo al contrario , ò en el sentido opuesto à una altura cada vez mayor. Estos brazos miden tambien las distancias del Exe à las direcciones ; esto es , à la circunferencia de la rueda , en donde obra la potencia , y al punto de la circunferencia de el cylindro , ò tympano pequeño , en que obra la resistencia. Esta es la razon , porque en el  
equi-

## 126 *Espectáculo de la Naturaleza.*

equilibrio la potencia es al peso como el rayo pequeño, ò el tympano al rayo de la rueda: si el rayo de la rueda es diez veces mayor que el del cylindro, basta, que la potencia haga un esfuerzo, ò ponga una accion diez veces menor que la resistencia; y asi, suponiendo, que la potencia ponga una accion equivalente à 50 libras, formará equilibrio con el peso de 500.

Pero siendo de este modo la fuerza de la potencia diez veces menor, que la resistencia, es menester, como en cambio, que esta potencia corra un espacio diez veces mayor, que el que corre el cuerpo, ò peso, que sube; pues este peso no se eleva mas, que lo que se elevan, y caminan los puntos de la superficie del tympano; y siendo la circunferencia de la rueda diez veces mayor que la del cylindro, al rededor del qual se vá arrollando la cuerda, es necesario, que haga la potencia diez veces mas camino, que el peso.

Los puntos extremos de la linea horizontal, que la cuerda ocupa, y de que se va apoderando succesivamente, son la medida del espacio, que corre el peso; y como sea necesario, que en todos los puntos corridos por la circunferencia mayor haga la potencia un esfuerzo de cinquenta libras, de el mismo modo, que el peso hace en todos los puntos, que corre, la misma resistencia; se sigue,

gue, que la suma de las fuerzas, que pone la potencia, sale igual à la suma de las fuerzas, con que el peso se opone, y resiste. La potencia, en efecto, atraviesa necesariamente diez puntos, mientras la resistencia corre uno. Ahora bien: cinquenta libras de fuerza, repetidas diez veces, dan igualmente el producto de quinientas libras, como la resistencia de quinientas libras multiplicadas por uno: luego tenemos una proporcion absoluta. (\*\*a)

Quando el Exe, ò tympano no está acompañado de rueda, sino que solamente le agujereáron para ajustarle los rayos, ò palancas, no siempre la longitud de estas mide la distancia, que hay del fulcro à la direccion mas ventajosa de la potencia, pues no se halla esta distancia, sino quando la direccion es perpendicular à la longitud, ò distancia misma, como se puede ver en la ventajosa facilidad, que encuentra el que gobierna un Carromato para cargarle, quando al baxar à este fin el

(\*\*a) Todo esto se aclara mas con esta máxîma fundamental de la máchinaria: Las fuerzas de la potencia crecen en la misma proporcion, en que su velocidad excede à la velocidad del peso; y segun este principio, se sigue, que dispuestas co ruedas, de modo que su movimiento procediése en proporcion dècupla, al llegar à las cinquenta habria ya cobrado tanta fuerza, y velocidad, que la fuerza de un dedo, y aun mucho ménos, podria mover toda la tierra, y segun la cuenta del P. Clavio cap. 1, podria mover todo el pesadísimo cúmulo de arena, que cabe en el ámbito del Firmamento. Véase el lugar citado, y Tosc. 1. 3, trat. IX. lib. 4.

el pértigo, (\*\*b) ò la barra la encuentra horizontal. Quanto mas se baxa esta barra, tanto mas se aproxima la direccion al fulcro, ò punto de apoyo; y como la ventaja se disminuye à medida, que la direccion de la potencia se acerca al fulcro, ò punto de apoyo, vemos, que el Carretero redobla el esfuerzo al acercarse; y no pocas veces añade el impulso de su rodilla, sobre las varas, ò pértigo, al movimiento, que empezó à inprimir con sus dos brazos en la estaca, ò radio, que se sigue. (\*\*\*)

La máchîna, de que ahora hablamos, puede tener su rodillo, tympano, ò cylindro puesto à nivél, ù horizontalmente, y entónces se llama simplemente *súcula*, ò *cabria*, ò *trucha*; y si el cylindro está à plomo, ò perpendicular al horizonte; se llama *ergata*, vulgarmente *argue*, ò *cabestrante*.

La Grua.  
Fig. 18.

No tenemos necesidad solamente de mudar los cuerpos pesados de un lugar à otro, y subirlos à parages altos; sino que necesitamos muchas veces, despues de elevados à la altura, que se pretende, encaminarlos de una

(\*\*\*b) De los Cárromatos hay varias especies. En Murcia tienen quatro ruedas con su lanza como los Coches, ò pértico como los Carros. En otras partes, como en Castilla la Vieja, y Nueva, en el Principado de Cataluña, y otras partes, usan de Carrromatos con dos ruedas, y varas como las Calesas; pero aqui se habla de Carrromatos, ò Carretas sin laderas, y que tienen sus palancas, estacas, 4 rayos sucesivos, ò una especie de torno como el de la Figura 17, de modo, que formen báscula, Veanse Sob. Odin, Anton. el Dic. de Com. pal. Haquet.

una parte á otra, y la naturaleza, ó algun impedimento particular puede hacer este tránsito muy penoso. Por esta causa, pues, se le ha añadido un nuevo mérito à la Máchina, dividiéndola en dos partes, una de las quales es un sustentáculo, y fundamento fortísimo, é incapáz de ceder, ni quebrantarse, y la otra un brazo movable, é igualmente apto para elevar el cuerpo pesado à la mayor altura, que para dirigirle despues, y transportarle à la parte, que se quiera en toda la circunferencia, volviéndose este brazo libremente en todos sentidos, y de todos modos. Este brazo, que sube, y se prolonga como el pescuezo de una Grulla, (\*\*\*) segun se quiere, dió (ó se derivó de él) à la Máchina el nombre de Grúa. Sobre el sustentáculo, ó basa 1 se eleva un grande árbol, ó pié derecho 2, sostenido de las cuerdas, cadenas, ó tornapuntas 3, terminadas en el macho, ó nabo puntiagudo 4. Este es el sustentáculo, ó estribo firme de toda la Máchina. La otra parte movable de la Grúa contiene lo 1.º el aguilon A, taladrado, y guarnecido de clavijas, que sirven para facilitar la comunicacion, y acceso à todas las partes de la Máchina, 2.º La caja C con su exe, tympano,

Tom. X.

R

ò

(\*\*) Grúa tambien le llaman algunos à esta Ave, Dic Cast. L. G. La Grúa, que aqui se describe, es diversa de la que describe Tosca t. 3. trat. IX. prop. VII. Machin. y de las que describen otros: que à la verdad, se llaman con impropiedad Gruas.

ó arrollador horizontal B. 3.º Los travesaños D, que sirven de ligamentos, para que juegue toda la parte superior del nabo. 4.º La entrepunta E (\*\*\*) socavada para abrazar el nabo, de modo, que se puedan volver sin trabajo todos los ensamblages, ó conjuntos de partes superiores, quedando inmóvil solo el cimientó, sustentáculo, ó primera parte de la Grúa. La maroma se devana, y arrolla en el cilindro, ó arrollador B; y pasando por las extremidades de los tres travesaños D hasta la extremidad de el aguilon A, baxa à asir el pilón, ó peso F, que sube. Esta maroma encuentra en D, y en el extremo A del aguilon otras tantas poléas, ó garruchas, que aunque à la verdad no añadan fuerza à la potència, facilitan el paso à la maroma, sosteniéndola sobre puntos movibles, que disminuyen la aspereza de la frotacion, porque son pocos los puntos, en que se roza, y estriba la maroma, y pasan en un momento, y se deslizan.

En la caja de la rueda se meten muchos hombres, que adelantándose ácia la parte anterior, y concava de la circunferencia, hace su peso natural, casi lo mismo, que si estuviera colgado, y suspenso en contraposicion del otro,

lo-  
 (\*\*\*) El Italiano traduce *Sporto*, que viene á ser un *Sopalco*, *Camaronchon*, ó *Entrestaclo*; y aunque es así, que *Soupenste*, que es el termino Francés, tiene esta significacion; pero en este caso es totalmente agena, pues significa una especie de entrepunta, que sostiene la parte superior de la Grúa. Veanse *Odin. Sobr. Anton.* y el *Dic. de Cienc. y Art. L. S.*

logrando de este modo una direccion perpendicular al cabo del rayo horizontal, con que baxando sin intermision cada uno de los rayos, ò puntos, que se ván sucediendo en esta situacion, elevan el rayo opuesto del cilindro, ò cada punto del arrollador con un juego continuado. Cada término de este radio lleva trás sí, arrollada, y devana, conforme va subiendo, el punto de cuerda, que se le arrima; y quantos nuevos puntos suben de la superficie del cilindro, ò arrollador, otro tanto corre el pilón, ò peso, que eleva. Quando llegó éste à la altura deseada, se suspende el movimiento de la rueda, la qual es aquí como la cola de la Grulla; y al cabo A del aguilón, que se mueve à todas partes, es como el pico de esta ave. No puede llegar el caso, de que se impela esta cola, ò extremidad posterior de la Grúa de modo alguno al rededor del nabo 4, sin que se encamine el dilatado pescuezo, ò largo pico con un movimiento contrario. Y siendo estas dos partes de la Máchîna como un equilibrio, se conduce con su maniobra el peso ácia el lado, que se quiere del mismo modo, que se conduce la Grúa; despues de algunas vueltas de la rueda opuestas à las precedentes, se baxa el peso, ò pilón hasta el punto, en que justamente se necesita.

Pero, ¿y qué fuerzas son las que aquí ocu-

R 2

pa-

pa la potencia, para que suba el peso? Toda la carga se hace sentir en el punto extremo del rayo horizontal del cylindro, ò arrollador B: los hombres, que suben en el cóncavo de la caja, ponen su fuerza, y aplican su impulso para elevar este punto: si le hacen subir, sube el peso: luego si la potencia moviente, y el peso levantado están en razon inversa de las distancias de sus direcciones al exe, que es el fulcro, ò punto de apoyo, hay equilibrio. Pongámos, pues, quatro hombres en la caja; podrán pesar juntos 600 libras: con que son como 600 libras colgadas en la extremidad del rayo horizontal.

Si la extremidad de cada rayo horizontal de la rueda grande baxa succesivamente con una direccion, que esté cinco veces mas lejana del exe, que lo está la direccion del peso, estos hombres harán equilibrio con un peso cinco veces mayor, que el suyo: y asi, podrán igualar, y vencer un peso de 3000 libras; porque si la fuerza, que resulta de su peso, obra sobre la rueda à la distancia de cinco piés del exe, hace à un tiempo mismo la presion de cinco veces el valor de seiscientas libras; mientras el peso de 3000 à la distancia de un pié de el exe hace la presion de 3000 multiplicados solo por uno; y como la accion, ò presion de 3000 libras

sea



sea lo mismo, que cinco acciones, ò presiones de seiscientas libras, la suma de las fuerzas, que pone la potencia pequeña en el espacio grande, que corre, es igual à la suma de las acciones, y fuerzas, con que el peso grande resiste en el espacio pequeño: de donde sale, y se ilustra siempre más y más aquel grande principio de Mechànica: que quando la potencia, y el peso se hallan segun la razon inversa de los espacios corridos, ò de las distancias de las direcciones al punto de apoyo; se dá equilibrio: dado ya el equilibrio, no se requiere sino una pequeñísima fuerza sobreañadida para obtener la victoria, y vencer la resistencia.

Como la multiplicacion de las poléas, ò rodajas movibles facilita la accion de la potencia, y ahorra el consumo, y aplicacion de las fuerzas; asi el conjunto de muchas ruedas con su piñón, ò rótula puede producir la misma ventaja, (\*\*\*) si una rueda se mueve con la rótula de otra. Para esto es necesario, que la rótula esté acanalada; esto es, con sus canales, formadas con ciertos dientes, que sobre-

La rueda  
compuesta, y  
su piñón, ò  
rótula.  
Fig. 19.

El rodage.

(\*\*) A esta Máchina, que llamamos aquí Rueda compuesta, le dá el P. Josef Falck aug. vir. per Mách. el nombre de infinita; pero Tosca Mách. t. 3. l. 6. prop. 6, y Vvolffio Comp. Mathem. tom. 1. Elem. Mechan. defín. 24 le dán el mismo nombre à otra Máchina muy diversa. Parece, que el P. Falck habla con no menos propiedad; pues esta Máchina admite ruedas, piñones, y fuerzas al infinito, quando en la de Tosca, y Vvolffio, que en esta obra está señalada en la Est. IV. Fig. IV, se ponen roscas, ò espiras determinadas, y sin aumento alguno en las fuerzas, de modo que solo las vueltas son infinitas.

### 134 *Espectáculo de la Naturaleza.*

bresalen, y que la circunferencia de la rueda grande lo esté tambien con sus puntos, para que los puntos, y dientes encaxen, y se impelan uno à otro, ajustándose perfectamente; porque si la rótula, que está junta con la rueda (atravesadas una, y otra por un mismo exe) tiene un número de dientes en la superficie, y la circunferencia de la segunda rueda está dividida en cierto número de puntos semejantes, no se pueden inxerir los puntos de la segunda en los dientes de la primera, sin hacer caminar à la una con el movimiento de la otra. Inxerir los puntos de una rueda en los dientes de la rótula, es lo que se llama aquí *golpear de encaxe*. Si la rótula tuviere en lugar de dientes ciertos palitos ó balaustres, que atraviésen su longitud, dexando sus huecos, ó intermedios éntre balaustre, y balaustre, ò con sus acanaladuras de encaxe, podrán estos balaustres, ò canales golpear de encaxe del mismo modo, y recibir el impulso de los dientes, ò puntos de la rueda, como la reciben los dientes mismos; pero ya en este caso el cylindro, ò Máquina, compuesta de dos círculos con sus balaustres, no se llama piñón, sino nuéz, ò linterna: y quando hay muchas ruedas, que se mueven, y juegan de este modo, yá con linternas, ò yá con piñones, al conjunto de todas llamamos rodage. El cylindro de la última rueda

se-

señalada 3, se hace sin dientes algunos para recibir la maroma, que mantiene el peso 4, que es el que se quiere subir.

Muévase por la potencia 5 la rueda 1, el piñón de esta rueda va subiendo del lado de la rueda 2, y lleva ácia la misma parte los puntos de la rueda; luego esta con su rótula, ò piñón vá descendiendo consiguientemente del lado opuesto; conviene à saber, ácia 3. Los puntos de la rueda 3, conducidos con el descenso del piñón 2, no pueden baxar de el lado 3 sin hacer subir la parte contraria; pues esta es constantemente la aplicacion del principio, que ya dimos hablando de la báscula: luego sube el piñón de la rueda 3, y la cuerda, que se arrolla en ella, eleva consigo el peso 4: la potencia 5 tira, y baxa segun su direccion; y al contrario, el peso 4 va subiendo contra la suya. Con este artificio encuentra aqui el motor alguna disminucion en el gasto de sus fuerzas, y trabaxo, ò de la potencia moviente. ¿ Y cuál es la regla de esta ventaja?

La fuerza de el motor es al peso, como el espacio andado por el peso, al espacio corrido por el motor. Si la resistencia, ò el peso 4 camina una braza, en tanto que el motor, ó la potencia 5 desarrolla, ò saca cien brazas de maroma de encima de la rueda 1, no será menester sino una libra en 5 pa-  
ra

### 136 *Espectáculo de la Naturaleza.*

ra hacer equilibrio con cien libras en 4.

Los Ingenieros, è inteligentes son dueños de multiplicar las piezas de este rodage, y de proporcionar los dientes de los piñones con los puntos de las ruedas, segun los diversos cálculos, y diferentes ventajas, que se propongan conseguir. Aquí solo pondrémos tres ruedas, y nos contentarémolos con dar à los piñones de las dos primeras, y al cilindro de la tercera un radio de tres pulgadas, à las tres ruedas un radio de treinta pulgadas, ò los dos piñones à 6 aletas, ò dientes, y à las dos ruedas punteadas 60 puntos à cada una: con esta proporcion harémolos entender suficientemente la regla, que dará el logro, y la ventaja con qualquiera otra disposicion.

Es certísimo, que la fuerza del peso de una libra, y algunas onzas puede hacer subir el peso de mil libras, con tal, que corra un espacio mil veces mayor, que el que anda el peso, y que reitére en cada punto el esfuerzo de una libra con algun poco de exceso. De este modo la suma del impulso, y acciones, que ha puesto la potencia en su camino, se halla igual à la resistencia, y à sus fuerzas: esto es lo que ideamos calcular con la disposicion de las ruedas 1, 2, 3. (Fig. 19.)

Los rayos de los piñones, que tienen tres pulgadas, no siendo con sus circunferencias,

cias, sino la décima parte de las 30 pulgadas de los rayos de las ruedas, y de sus circunferencias, mientras la rueda 3, y su cilindro den una vuelta entera, el piñon de la rueda 2, y esta misma rueda 2, darán diez vueltas; porque solo despues de la décima vuelta llegará el piñon 2 (que por tener solo 6 dientes, puede únicamente mover otros 6 de la rueda 3) à acabar de encontrar todos los puntos de esta última rueda, siendo como son 6 veces diez sesenta. Y mientras la rueda 2 dé sus diez vueltas, habrá igualmente encontrado diez veces en cada vuelta los 6 dientes del piñon 1. Si para dar una vuelta la rueda 2 se piden 10 à la rueda 1, es preciso, que esta dé 10 veces 10, ò 100, mientras la rueda 2 diere 10, y que la rueda 3 dé 1; de suerte, que si la potencia estuviera aplicada sobre el piñon de la primera rueda, correría un espacio cien veces mayor, que el peso; pero como está aplicada à la circunferencia de la rueda, que es 10 veces mayor, que la de su cilindro, correrá un espacio 10 veces mayor; por consecuencia mil veces mayor, que el espacio corrido por el peso; pero la proporcion de los espacios corridos establece la proporcion inversa de las potencias: luego si la potencia pequeña corre mil veces mas camino, que la grande, un niño, con la fuerza equivalente à una libra, y un

tanto más, hará subir un tonel de agua, que pese mil libras.

El Gato.  
Fig. 20.

El provecho, que se ha sacado del rodage, sugirió al Hombre en sus necesidades variedad de aplicaciones igualmente felices. De todas las especies de molinos, ò tornos, como los engaños, (\*\*\*) para mover los asadores, (\*\*\*) las devanaderas, los molinos, para acuñar la moneda, y otras máquinas sin número, una de las mas cómodas, y mejor ideadas para casos imprevistos, es el Gato. (\*\*\*) Consiste, pues esta máquina en una caja de dos piés de larga, seis pulgadas de ancha, y quatro de gruesa: la caja contiene el rodage, que luego diremos: por fuera solo se descubre una cigüeña, manubrio, ò manigueta, con su recodo ácia lo alto de uno de los lados anchos de la caja, y una media luna, ò la extremidad de una lámina punteada, que sale por la parte superior. La cigüeña se afirma interiormente al centro del piñon, ò rótula 1, que tiene quatro dientes, los quales entran, y se ajustan en los puntos de la rueda 2 para hacerla andar. Esta rueda tiene otro piñon de quatro dientes. Una lá-  
mi-

(\*\*) O ingenios.

(\*\*) O espetos.

(\*\*) El perfecto Artillero Julio Cesar Ferrufino llama à esta máquina, ò otra casi del todo semejante, *Martinete*. Véase pag. 51. B y 52, B edicion en folio. Pero en Bilbao, Cadiz, y otros Puertos de Mar, &c. solo le dán el nombre de *Gato*, reservando el de *Martinete* para las Herrerías, en que se fabrica el hierro, ò el cobre, y para la máquina con que se clavan estacas.

mina de hierro , 3 , con dientes semejantes por toda su longitud , ò dientes à modo de sierra, aplicada sobre la rueda 2 , presenta , y ofrece sus dientes à los dientes del piñon 2 : luego que se empiezan à jugar la cigüeña con su piñon, caminan la rueda , y el piñon segundo , y por conseqüencia camina tambien la lámina ajustada aqui perfectamente. Jamás se olvida el conductor de un carruage público de meter esta máchîna en el pesebron de su Coche , ò en el cofre , que lleva. Conduce muchas veces Señoras , ù otras personas sin fuerza , ni industria alguna : sucede , que se atolla una de las ruedas en algun pantáno , ò se rompe , y desbaráta: ¿cómo la levantará , ò cómo meterá el Exe? ¿En otra rueda nueva , que prepara , sin que necesite descargar 3000 libras , que lleva de provisiones , y peso? Toma el Gato , y sin otro socorro emprende , y consigue introducir el Exe en la rueda , y poner todo el carruage en la situacion conveniente , para que prosiga su viaje. Para este efecto , pues , pone la caja de modo , que estribe en tierra firme , ò en algun madero , que resista : presenta el un cabo de la lámina , que está por aquella parte algo ancho , socavado , y corvo en figura de media luna , à la parte del Exe mas cercana à la atollada : en este caso no puede salir la lámina de su pequeño alojamiento , sin que el Exe, y la carga de 3000 libras , y aún más , suban

tambien , porque la cigueña no pueda andar sin elevar la lámina , y por consecuencia quanto encuentre en el camino , que lleva. ¿Pero en dónde hallará este Hombre las fuerzas para hacer andar con tanto peso sobre la máquina la cigueña , que la juega , y para vencer tan estraña resistencia? Este tal puede muy bien poner la fuerza equivalente à 60 libras, y aqui no le son necesarias sino fuerzas como 30.

El peso de dos , ò tres mil libras del carruage hace la presion sobre la lámina , y llega à hacerse sentir en el piñon de la rueda 2 : demos al semi-diametro de este piñon la décima parte el semi-diametro de la rueda : la mano del motor , aplicada à la circunferencia de el piñon 2 , experimentará todo el peso ; pero aplicada à la circunferencia de la rueda 2 , hallará una resistencia diez veces menor ; y bastaría emplear fuerza igual al diezmo de la carga; pero la mano trabaja sobre la cigueña , que es por sí sola mas larga , que el radio de la rueda: con que esta mano sentirá alli únicamente la décima parte de la presion , y resistencia , que hallaría , si se aplicase à la circunferencia de la rueda, siendo el semi-diametro del piñon 1, solo la décima parte del brazo de la cigueña : porque la mano , puesta en la empuñadura de la cigueña , está diez veces mas distante del punto de apoyo , que lo está la circunferencia del piñon



ñon 1, que se encaxa en los puntos de la rueda.

Siendo, como son aqui, los rayos de los piñones el brazo pequeño de la palanca, y los rayos tanto de la cigüeña, como de la rueda, el brazo mayor, y haciendo oficio de tales, el peso, que exerce una resistencia de 100 libras sobre la lámina dentada 3, no exercita sino la décima parte de ciento, ò una resistencia como diez libras en los puntos de la rueda; y en fin, la décima parte de 10; esto es, como una libra sobre la cigüeña: con que la lámina de nuestro Viajero no tiene en este caso de cien libras, que estriban sobre ella, que vencer, sino el peso de una libra, ni que emplear, sino la fuerza equivalente à este peso, para hacer oposicion à la carga de cien libras. Si la lámina encuentra la resistencia de mil libras, solo la fuerza de 10 en la cigüeña las pondrán en equilibrio: y 20 executarán lo mismo con 2000, y con fuerzas equivalentes à 30 dominará las 3000. Y si fuere necesario doblar la fuerza, y oponer à la resistencia una fuerza de 60 libras, levantará el Exe, y le sacará del nivél, aunque trayga 600 libras de peso consigo. Restablecida la rueda, y puestos en libertad nuestros Viageros, se vuelve el Gato à embarazar solo el rincon del cofre. El Cochero no se halla fatigado, ni le

cor-

corre una gota de sudor , hace señas à sus Caballos , y pone en marcha el carruage.

Si queremos exáminar al presente la resistencia del peso , y la fuerza del agente en quanto à los espacios , que corren , hallaremos , que la mano debe hacer cien veces más camino , que la lámina , que levanta la carga: porque la lámina 3 eleva uno de sus dientes sobre un diente del piñon 2 , y el camino de la una es el mismo que el de la otra; pero un punto de la rueda 2 camina diez veces más , ò atraviesa un espacio diez veces mayor , que el diente del piñon 2. Además de esto los puntos de la rueda , que se ve con ellos , no caminan sino llevados por otras tantas aletas , ò dientes del piñon 1 , y si hay 20 puntos en la circunferencia de la rueda , el piñon 1 no los acabará de pasar , sino inxiriendo en ellos cinco veces sus quatro dientes : con que mientras aquella circunferencia dé una vuelta entera dará el piñon cinco : porque encaxar una vez 20 puntos de igual distancia uno de otro , ò mover quatro con la misma distancia éntre sí cinco veces , viene à ser caminar lo mismo unos , que otros : luego el espacio corrido por la circunferencia de la rueda 2 , es igual al que corre el piñon 1. Pero mientras el piñon 1 da cinco vueltas , la cigüeña , que es diez veces mas larga , correrá diez veces mayor espacio : con que la mano,

que

que la mueve , andará diez veces más camino que el piñon 1 , y que la circunferencia 2 ; y como la circunferencia 2 , camina diez veces más que el piñon 2 , y que la lámina 3 , la mano corre cien veces mayor espacio que la lámina , y que el peso que levanta : y así , es necesario , que en donde este resista con cien libras en la extension de una pulgada , reitere la mano el esfuerzo , que hace de una libra en la extension de cien pulgadas : con que la suma de las fuerzas , que pone , es igual à la suma de las resistencias , que hace el Coche en un espacio cien veces menor : por esta causa corriendo la mano tres mil pulgadas , hace fácilmente equilibrio con la resistencia , que corre 30. Y si exerciendo , como puede , con facilidad la fuerza de 30 libras, que forma el equilibrio con un peso de 3000 , añade una libra, ò un ligero esfuerzo , con que exceda la accion de 30 , vencerá sin duda hasta levantar las 300 libras à 30 pulgadas , ò dos pies y medio de altura , y el peso subirá más , si continúa la accion.

Asimismo se ha aplicado felizmente la combinacion de las ruedas à otra infinidad de usos , y à las más de las necesidades de la vida, como à hacer andar muelas , cylindros , y mazos. De esto se sirve el Hombre para moler el trigo , para cortar madera , aserrar piedra,

re-

reducir à polvo la materia , de que se compone la pólvora , quebrantar , y deshacer las cortezas de las encinas para adobar los cueros , dexándolos impenetrables al agua , machacar el hieso , batanar los paños , moler los trapos para el papel , y las cañas , para exprimir , y sacar el azucar , y para otros usos sin número. El principio , y adelantamiento de la Mechânica son los mismos en toda especie de invenciones , è ingenios ; y aunque la estructura de las máchinas se diversifica sin término , se manifiesta en esto aún mas clara , la fecundidad de las idéas del Hombre , y el fondo insondable de su diligente destreza , que consiste principalmente en triumphâr de los mayores obstáculos con una accion endeble , y diminuta , y en substituir animales , y elementos , que la suplan. Mientras el Hombre se emplea en sus ocupaciones , encamina à sus negocios , ò toma el sueño , y descanso necesario , un Caballo infatigable , el peso del ayre , el soplo del viento , la corriente de las aguas , y aún el fuego mismo , le sirven , y hacen trabajar sus máchinas. Encuentra luego que vuelve , ò su almacén colmado , ò su trigo molido , pronto , para que lo ciernan , hiñan , amasen , y cuezan. Todo el tráfago , y abasto de las mas populosas Ciudades se reduce al servicio de los animales , y de las máchinas , è instrumentos,  
que

que trabajan à las órdenes de el Hombre, y por servirle.

Dos especies, ò suertes de hombres intervienen en estas obras, los Ingenieros, ò Maestros, que las dirigen, y los Oficiales, que las executan. Los primeros no se contentan con medir, y comparar los respetos, relaciones y correspondencias de las palancas, y espacios, que corren. Saben, que todos los cuerpos son mas, ò menos escabrosos, y que en las frotaciones de los unos contra los otros se hallan altos, y baxos, concavidades, alturas, salidas, entradas, y como una especie de cháos: que todo esto resiste, y dificulta el pasage, al modo que los dientes de una sierra resisten al impelerlos, y frotarlos con los dientes de otra: que sucede lo mismo en todos estos impedimentos, que en los obstáculos, barrancos, simas, y ribazos de un camino mal calzado, y desigual: que si se halla por medio de un cálculo muy verosimil, que estos hoyos, y altibaxos, acumulados, y reúnidos en la extension de una legua, equivalen al valor de 66 toésas de altura perpendicular, que se suponen; tendrían los Caballos que vencer en esta legua; se deduce necesariamente ser estas frotaciones una fuente, y manantial perpetuo de estorbos, ó de disminucion de utilidad en las mechânicas. Parece, pues, admirablemen-

te en estos grandes Maestros; como un M. Belidor, preverlo todo, calcularlo todo, y determinar con la exâctitud mas arreglada estos respetos, y las pérdidas, y ganancias de la potencia. Su Archîtectura hidráulica puede poner muy bien á los estudiosos, aún en el camino de la invencion.

Los Oficiales tienen otro mérito, que se reduce á seguir el modelo, que les dán, ó á imitar una Máchîna conocida, tomándola por máxîma fundamental de su conducta: juntando siempre á la fidelidad de la imitacion una delicadeza grande, procurada con la mayor solicitud: medio único para darles á las piezas la cantidad justa de movimiento, que se requiere, y para prevenir los errores de cómputos, que suelen provenir por razon de lo áspero del contacto, y frotacion.

En lugar de un discurso dilatado ácerca de las Máchînas mas practicadas, y de los diversos instrumentos de las Artes, me limito al presente á hacer la enumeracion de las piezas principales de variedad de Molinos, proponiéndolas, y representándolas en sus figuras. No será necesario hacer comparacion de las quatro palancas de mas de 30 piés cada una, que componen las quatro alas, ó aspapas de un Molino, con la palanca de cosa de tres piés, y algunas pulgadas, á que se extiende el radio de la muela, ó piedra, puesta  
en

en equilibrio sobre su eje; ni tampoco será necesario comparar los espacios corridos de una, y otra parte; pues en todas, el principio es uno mismo.

En la execucion de la mayor parte de estas figuras hémos sido felizmente ayudados por M. Leandre, Artesano Sueco, gran Delineador, y Enviado por la Corte de Stokolmo para sacar los Planes de las Maniácturas: invenciones, y establecimientos mas singulares de Francia; lo qual se le permitió en este Reyno sin restriccion alguna, y sin zelos. Este Oficial nos franqueó libremente hasta cinquenta diseños muy naturales, y propios, éntre los quales no hará harmonía el que escogiésemos las Máchinas mas ordinarias. Estas son demasiado ingeniosas, y muy comunes para mirarlas por encima solamente, por de fuera, y aún desde muy lejos, como no pocas veces sucede.



## LOS MOLINOS DE TRIGO. (\*\*a)

### EL MOLINO DE AGUA. (\*\*b)

### CONVERSACION TERCERA.

A El plano de la Rueda.

B El Exe.

CCC *Alabes* (\*\*c) puestos segun el grueso, y transversalmente en la circunferencia de la rueda para recibir el impulso del agua en la superficie.

D Compuerta, la qual es de madera, se levanta para dexar pasar el agua, y se baja para detenerla, y represarla. La compuerta se debe poder parar en el punto, que se quiera, por medio de alguna clavija, ó estaca.

E El agua detenida á una altura suficiente, para que con su precipitacion, y caída por la canal F F lógre mayor impulso en los Alabes, ó planchas inferiores, que encuen-

tra,

(\*\*a) En quanto á los nombres respectivos, que iré dando á las piezas de los Molinos de pólvora, granos, y papel hé tomado informe en Toledo, Murcia, Valencia, y esta Corte, valiéndome en todas partes de las personas mas inteligentes, y exáctas, que me certificaron de todo, habiendo ido por sí mismas á informarse, con la mayor menudencia, del oficio de las piezas, figura, materia, y nombre.

(\*\*b) Si el Molino de agua tiene perpendicular la rueda, se llama Hacaña.

(\*\*c) Son unas tablas, ó planchas de madera.

Fig. 1.  
Los Molinos.



tra, y arrebate los rayos, que hacen andar el Exe.

- a La misma Rueda, vista de perfil con sus alabes. Esta Rueda tiene cosa de 16 piés de diámetro, contando hasta la mitad de los Alabes.
- b El Exe: este tiene cosa de 18 piés de largo, y 18 pulgadas de diámetro con corta diferencia. c c c Los Alabes.
- d Las Puentes, (\*\*a) que sostienen el Exe, y son de pulgada, y media de diámetro.
- e La Rueda de puntería, (\*\*b) que tiene quatro piés de radio, y 48 puntos, (\*\*c) que son unas clavijas introducidas perpendicularmente en el Plano de la circunferencia para asir, y mover los balaustres (\*\*d) de la Linterna.
- f La Linterna, que tiene como pié, y medio de diámetro, compuesta de dos planos, (\*\*e) que la teminan arriba, y abaxo, y de 9 balaustres, ó husillos, que forman su circunferencia, y la atraviesa un exe de hierro g, cuyo gorrón, ó espiga estriba en la pieza de madera h, y sostiene la Muela superior: esta pieza de apoyo se llama Puente. (\*\*f)

i La

(\*\*a) Tambien se llaman *Paillares*.

(\*\*b) A esta Rueda le dan el nombre de *Entruesga* en algunos Molinos.

(\*\*c) A estos Puntos les llaman tambien *Peñazos*.

(\*\*d) En varios Molinos les llaman *husillos* á estos Balaustres.

(\*\*e) A estos Planos cóncavos, que tiene la Linterna arriba, y abaxo, les dan el nombre de *Rodillos*.

(\*\*f) Esta Puente tiene un agujero en medio, á que llaman *Bote*, en el qual se mete una tablita de Encina, ó madera sólida, á que llaman *Rangua*.

i La Caja, en que están las Muelas, ó piedras. (\*\*a)

Los Molinos de Agua, ó se fabrican en tierra, en parte determinada, opuestos al hilo de la corriente, y siempre estables, ó se hacen movibles, y colocados sobre barcos chatos, ó pontones. Estos tienen su rueda directamente opuesta á la corriente mas veloz, y mas violenta de el Agua. Para hacer andar á los que son estables, se va represando el agua, por medio de una Compuerta, en un cáz hondo, y estrecho, para que acelerándose en la caída, y encerrada con violencia, la canal lleve todo el golpe de su fuerza sobre los cubillos ó puntos de la Rueda. Quando la corriente es suave, y el golpe endeble, se puede fortificar con la caída, dirigiéndola ácia las partes superiores de la rueda, la qual, en este caso, se fabrica de menos diámetro, y poniendo cubillos en lugar de Alabes; esto es unas, pequeñas concavidades en vez de tablones al rededor de la rueda, para que reciba mejor la impresion de el Agua. Las fuerzas de esta Agua se aumentan por la mayor velocidad, que logran, ó adquieren en la caída, y esta velocidad crece, segun la regla, que ya V.m sabe. (\*\*b)

El

(\*\*a) A esta Caja le llaman *Tablones* en unas partes, y en otras *Caja de Escudos*.

(\*\*b) Véase el descenso de los graves y la razon de este aumento en el *Espect. de la Nat.* tom. IV, seg. part. Conv. VII.

El Molino con Alabes, fabricado en Fere, de la Provincia de Picardia, por la direccion de M. Belidor, puede moler en 24 horas 120 septiers del peso de 75. libras.

Fig. 2. El Molino de Viento sin proporcion alguna observada en las piezas. Este es como el primer diseño del conjunto, que se irá ilustrando. ABCD Las Aspas. E La Rueda punteada. F La linterna. G El Eje. H El Tejuelo. I La Muela superior, ó que dá vueltas, á quien llaman corredera, puesta como en equilibrio sobre el Exe de hierro. K La muela yacente, ò inmoble, á la qual llaman Piedra de asiento. (\*\*a)

Fig. 3. El Molino, ó Tahona, que se anda á fuerza de brazos. A Palanca larga, (\*\*b) que aplica el Motór. El Motór puede ser, ó un solo Hombre, ó muchos, ó un Caballo, Buey, &c. La palanca, ó Bigarra puede ser tambien dupla, ó quádrupla, y formar lo que se llama una *labor*, para recibir muchos Caballos, y hacer andar muchos Molinos á un tiempo, B La Rueda puesta horizontalmente con sus puntos, ó clavijas encaxadas, no sobre el Plano, sino exteriormente, y en la circunferencia de las llantas, ó pinas. C La Linterna. D La Puente, ó Tejuelo. E El Exe de hier-

(\*\*a) A las Muelas les llaman en muchas partes solamente *Piedras*.

(\*\*b) A esta Palanca la llaman tambien *Bigarra*.

hierro. F La Caxa, ó Tablones, en donde están las piedras de moler.

Fig. 4. Corte de la Tolva, y tablones, ó Caxa que encierra las piedras. A La Tolva, en la qual se echa el trigo. B La Canaleja, que es un conducto pequeño, inclinado para recibir el trigo, que se desliza, y escapa por el orificio inferior de la Tolva; y dirigirle al cuello, ú ojo de la muela superior. C El Exe de hierro, el qual siendo quadrado, no puede dár la vuelta sin tropezar por sus quatro esquinas con la extremidad de la canaleja, la qual se aparta al pasar la esquina, ó ángulo, y vuelve á ajustar con el plano, haciendo estos pequeños sacudimientos, é impulsos retemblar la canaleja, y escurrir ácia la muela el trigo de la parte inferior de la Tolva, y sucesivamente el de la superior, por no hallarse ya sostenido. D La Piedra movable. (\*\*a) E La Piedra inmoble. (\*\*b) F La Puente. La Linterna, el Exe de hierro, y la piedra superior todo está unido, y camina de compañía. El Exe atraviesa la Piedra, ó muela inferior, y juega libremente en ella. Entre las dos muelas hay una pequeña distancia: no obstante no se tocan una á otra; y para que la revolucion de la superior quede mas libre por la

(\*\*a) O Corredera.

(\*\*b) O Piedra de asiento.

la diminucion de las frotaciones , se termina la barra de hierro en punta , y no toca sino con la espiga , ò gorrón al tejuelo , que la sustenta.

Los Molineros , ò Tahoneros son dueños de acercar las muelas una à otra , yá más , yá ménos , segun quieran , y conduzca para sacar la harina mas delicada , ò mas gruesa. En la figura 4 se ha representado la distancia de la corredera , ò muela superior D à la inferior , ò muela de asiento E , no segun la exácta proporcion , sino de un modo , que haga sensibles las superficies interiores de estas dos muelas. La Muela , ò Piedra inmóvil E forma un cono , cuyo relieve , desde los bordes hasta la punta , es de nueve líneas perpendiculares : y la piedra corredera D forma otro socavado , cuya concavidad es de una pulgada : las dos piedras se hallan tan cercanas éntre sí ácia las orillas , que no interviene allí mas distancia , que la precisa para no tocarse una à otra. De estas medidas , que acabamos de dar al relieve de la piedra inferior , y à la concavidad de la superior , se sigue , que la distancia de la una à la otra vá poco à poco aumentándose , de modo , que llega à ser ácia el centro de tres líneas , y algunos puntos mas. Añadamos à estas medidas tan delicadamente tomadas , las que se dan à la puente , para hacer de este modo conocer

La acción de las muelas.

## 154 *Espectáculo de la Naturaleza.*

por ellas el uso de las precedentes. La puente es una pieza de madera de medio pié de ancha, cinco pulgadas de gruesa, y nueve piés de larga éntre los dos apoyos, ò agujas, en que estriba la parte misma. Siendo la muela de 4000 libras de peso, ò un poco más, la Linterna, y el Exe de hierro de mas de doscientas, es preciso, que la puente cediése, à causa de su longitud, debaxo de un peso tan enorme, y se combase, formando un arco concavo. Pero no descuidó de este inconveniente el Inventor, pues en efecto, de las medidas, que se tomaron para todo, proviene el fin, y felicidad de la invencion. El trigo, que la piedra corredera arroja desde el centro ácia el medio del cono, en que le desmenuza, y deshace, y la harina, que impele ácia las orillas, se aceleran rodando sobre un plano inclinado, y adquieren una virtud centrífuga, que tiende, y se encamina mas, y mas à evitar la linea circular para dirigirse, y huir por una linea recta, tangente del círculo. El trigo, que va cayendo por una parte, en que halla juego, y movimiento, exercita mas libremente su accion, que el que va entrando en un lugar mas estrecho; y lo mismo le sucede à la harina; que tambien se mueve con mas libertad ácia el centro, que ácia las orillas, en que se ve mas oprimida, y estrecha. Con que es neces-

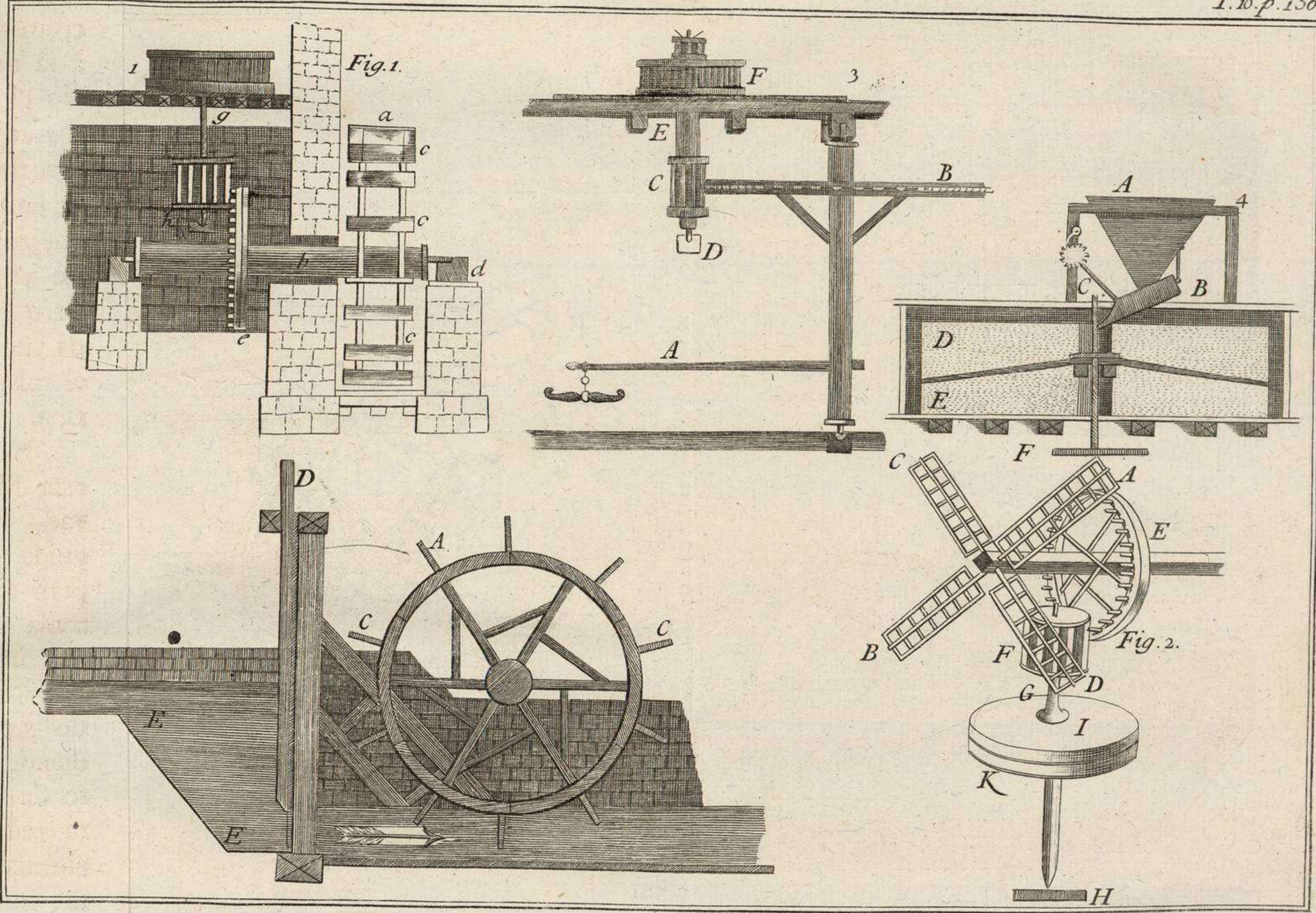
rio , que el trigo , que cae , se amontone sobre el que se va desmenuzando ácia la mitad del rayo , y que la harina todavia groseramente molida , se acumúle , y concurra ácia las orillas , en que se reduce à polvo perfectamente. De este modo ayuda la piedra à amontonar todo el material , que le van subministrando , y conduce sin intermision una parte sobre otra ; y hallando consiguientemente mas resistencia , estriba en la misma harina , que junta ácia aquellas partes ; pero como no cese de andar , es presiso , que suba algo , para poder pasar por encima. Este monton , ò conjunto de harina viene à ser como una especie de cuñas , que levantan la piedra corredera. La puente , para quien esta elevacion de la piedra , ò tendencia à levantarse es alivio , se levanta tambien à causa de su elasticidad natural : recobra su linea recta , y acaso pasa de un arco cóncavo , à formar arco convexo : De este modo ayuda al Exe , y à la rueda à subir algo , y à obedecer sin interrupcion al movimiento circular , que los domina. Todo el peso de la piedra cae , y se hace sentir entónces , no sobre la puente , sino alternando , yá sobre el trigo , y yá sobre la harina. Quebrántase el trigo , y atenúase la harina ; con que la piedra vuelve à caer , y la puente se vuelve à doblar ácia abaxo : y de esta manera se hallan tres movimien-

tos diversos en la piedra , el uno circular , y continuo , y los otros dos alternativos , que consisten en subir , y baxar. Por esto oímos à la muela , yá cascar , y deshacer en silencio el monton , que se espesó , y que atormenta con su peso , y movimiento ; yá hacer ruido , retumbando ácia las orillas sobre la harina , que se escapa por la muesca , y abertura de la piedra de asiento , desde donde va à parar à la talega , ò saco del Molinero , ò à un cedazo à modo de manga , que da vueltas al rededor de la Tahona , separando al mismo tiempo el salvado de la flor de la harina.

No sabemos quién fué el Inventor de esta Máchîna ingeniosa , que se ha conservado con la fiel imitacion de su idéa , seguida por la dilatada sucesion de los siglos ; pero acaso sin haber sido conocida , y penetrada del todo. M. Belidor fué el primero , que instruyó en esta razon al Público , y para verificar la realidad hizo apuntalar la puente de su Molino de Fere , con lo qual , perdiendo esta pieza de madera su movimiento de vibracion , se halló la piedra corredera reducida à un movimiento circular , sin elevacion , ni caída , y la harina salió tan basta , que ni aún se podia computar con los salvados , quedando el trigo desquartzado únicamente.

Fig.





Los Molinos.

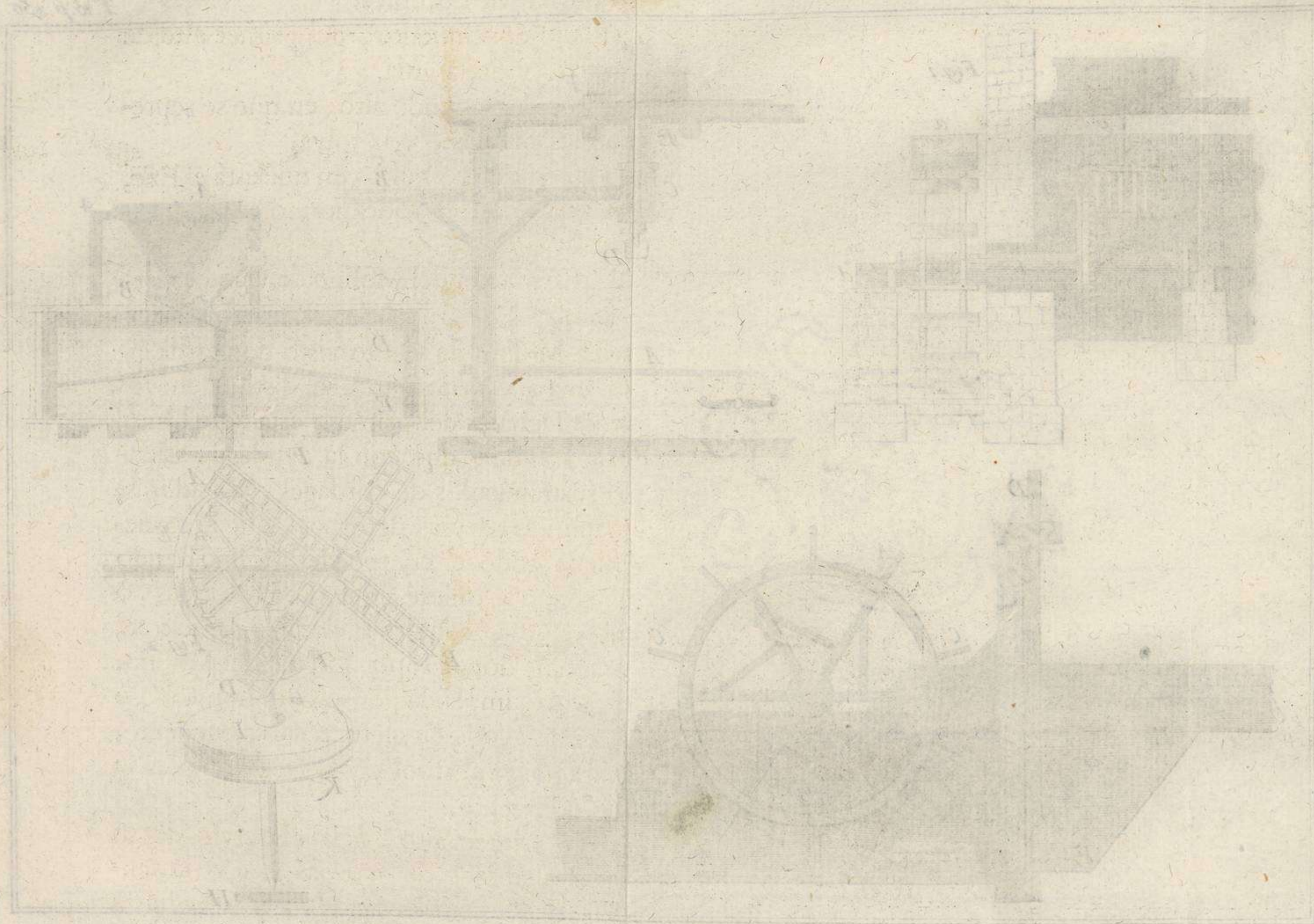


Fig. 1. El Molino de viento con sus aspas, dibujado por el M. Leandre.

El Molino de viento armado, y vestido.

Fig. 2. Plano del cimientó, del primer alto de la escala, y de la guía.

Fig. 3. Plano del segundo alto, en que se representan las muelas, y la tolva.

Fig. 4. Plano del tercer alto, en que está el Exe, y las aspas con el rodezno, ò rueda punteada.

Fig. 1. La armazon del Molino de viento, visto de cara.

El Molino de viento visto de cara, y de perfil.

Fig. 2. El Molino de viento visto de perfil.

En una, y otra figura se distinguen los tres altos. Debaxo del primero está aquel Exe, ò Arbol grande, que con la ayuda de asientos, ò sustentáculos de cordages, y ataduras, de tornapuntas, y piés derechos, que le sostienen, lleva todo el cuerpo del Molino dando vuelta, segun se quiere, que presente aspas, ò velas al viento, conforme el curso, que trae, y el parage, de donde sopla. La guía del Molino, con su escala, impelida por solo un hombre, ò tirada con la ayuda de algun torno, ò ingenio, hasta para poner al árbol, y aspas segun pida la direccion del viento.

En el primer alto, ácia el tercio de su carpintería, al lado de las aspas, se ve la aguja, (\*\*) que lo sostiene todo, y sube hasta el

(\*\*) A esta aguja la llaman *Madre*.

158 *Espectáculo de la Naturaleza.*

el segundo alto. Entre esta pieza, ò sustentá-  
culo, y el frontis del Molino está el Harinero,  
colocado debaxo de las muelas para recibir la  
harina.

En el segundo alto esta la caja, ò tablo-  
nes, que circundan, ò cierran las muelas, la  
tolva, y linterna ácia lo inferior de la rueda.

En el tercero está el árbol de las aspas,  
la rueda, un aro que la abraza para dexarla an-  
dar, ò detenerla, (\*\*\*) y un ingenio, para hacer  
que caiga el trigo, recibiendo el movimiento  
por el de la rueda punteada.

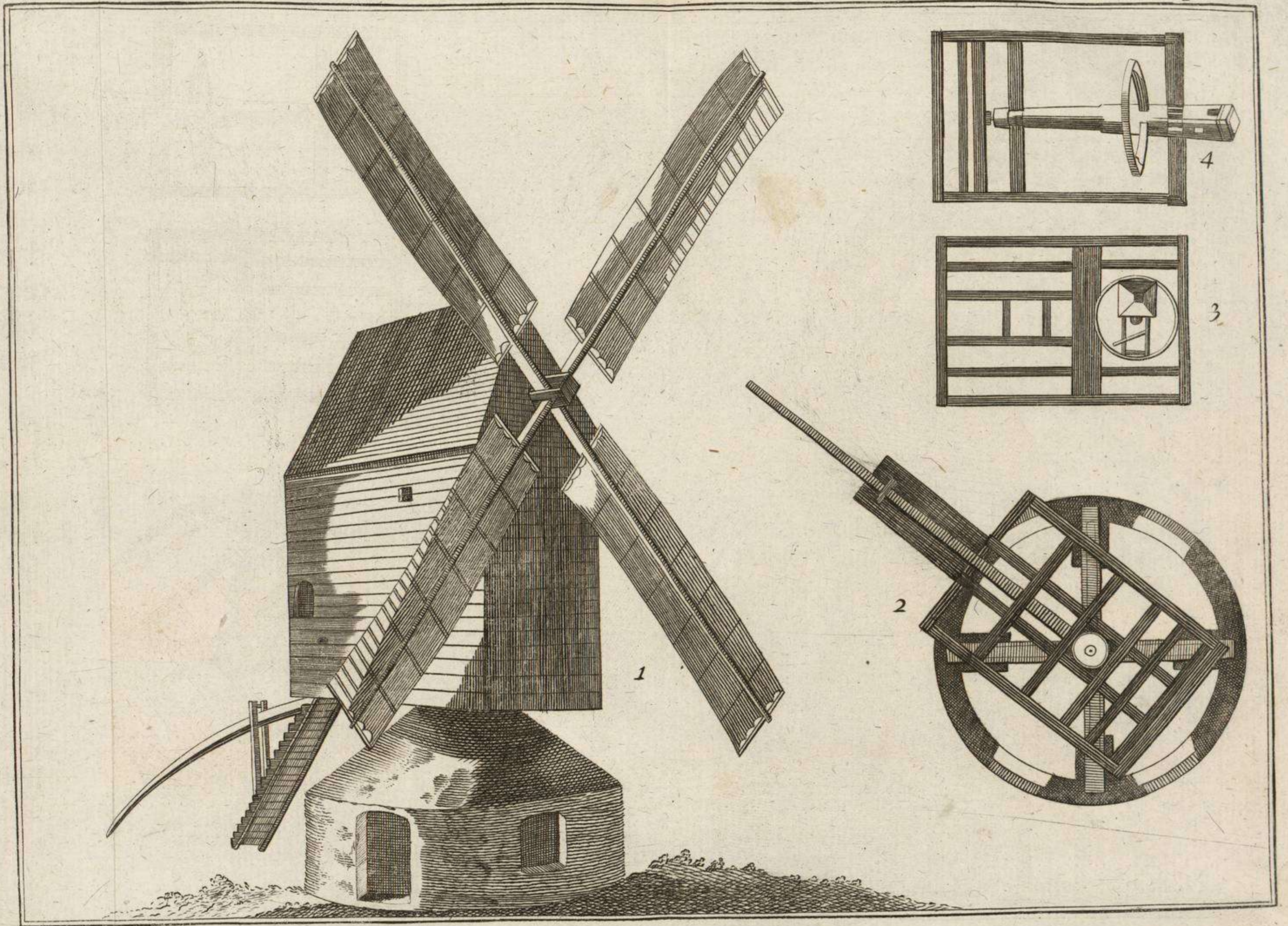
Excelencia  
de esta inven-  
cion.

La excelencia, y utilidad de esta Máchi-  
na consiste lo 1.º en el perfecto equilibrio de  
la masa del Molino, que se sostiene, y juega  
en el ayre sobre un simple gorrón, ò espiga.  
Lo 2.º en la disposicion de las aspas para reci-  
bir el viento. Lo 3.º en la proporcion de la  
fuerza moviente con la resistencia de las mue-  
las, y frotaciones.

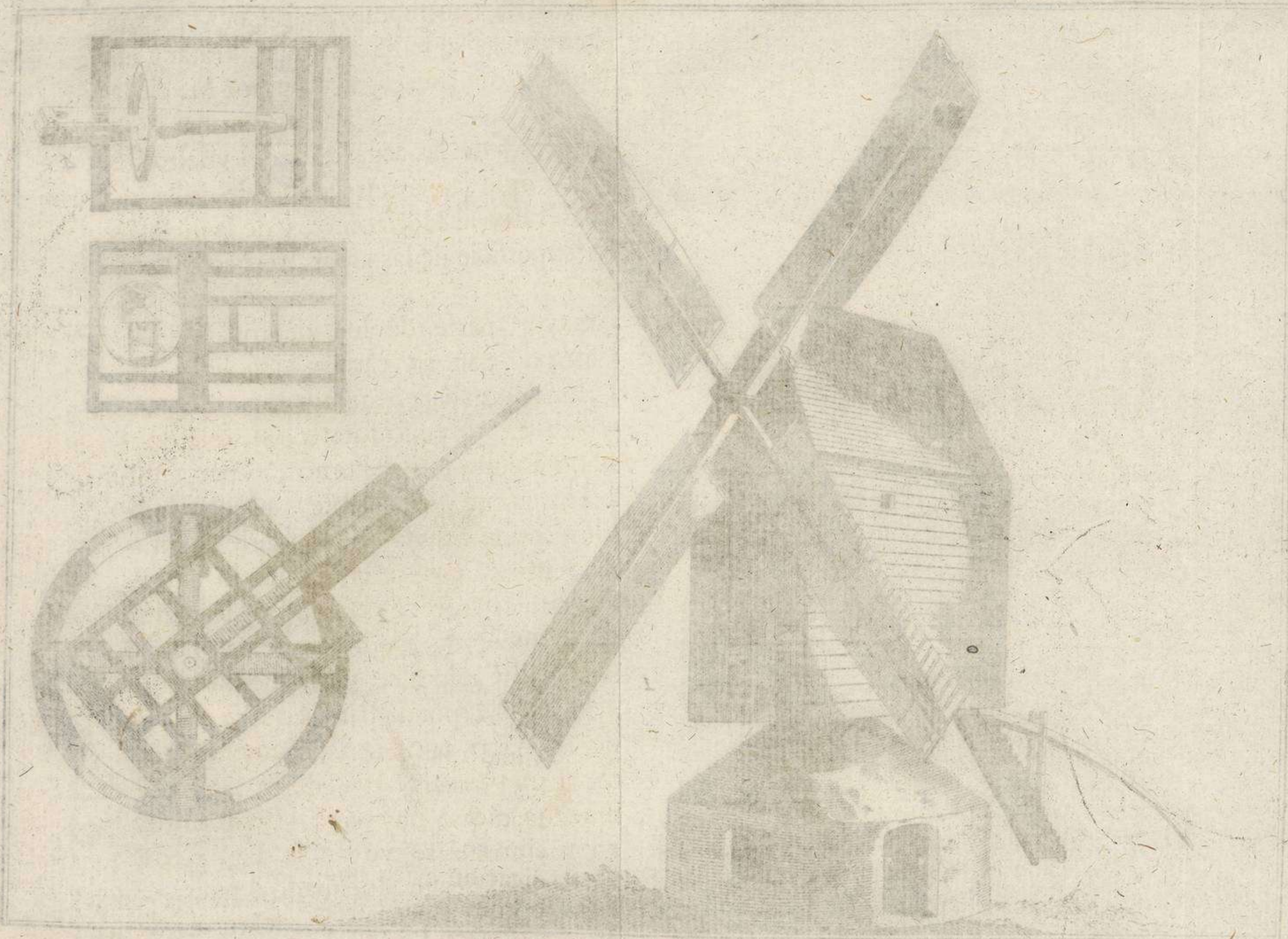
Equilibrio del  
maderage,

Para hacer caminar todo el maderage con  
un perfecto equilibrio al rededor del gorrón, ò  
extremidad del Exe, se tiene cuidado de no  
poner en medio la aguja, ò madre, que  
diximos. La enorme palanca de las aspas, y  
el peso de las muelas se lo llevarían todo trás  
sí ácia la parte anterior: pero la aguja,  
que sirve de sustentáculo, es mucho mas pe-

(\*\*) A este arco le llaman *Freno*.



*Molino de viento armado, y vestido.*



2

pesada ácia la parte posterior , para que asi pueda formar el contrapeso. La relacion de sus piezas de madera se halla muy bien tratada en la Carpintería de Jouse , revista por M. de la Hire.

La libertad de las aspas , y del vuelto de los lienzos , que las visten , depende de la inclinacion del Exe al Horizonte , y de la inclinacion de la superficie de las aspas , respecto de su Exe.

La mayor parte de los vientos , en lugar de formar con su carrera una linea paralela al Horizonte , hacen ángulo con él. Quando el viento es un poco fuerte , si se le opone la mano abierta , y à plomo , ò perpendicular al Horizonte , no siente , ni con mucho , la impresion del viento tan fuerte , como se puede sentir. Pero si continuando en tenerla abierta ; se tuerce ácia atrás lo exterior de la mano , de modo , que se incline la palma ácia el Cielo , se experimentará mas fuerte el impulso , por hallarse en este caso la palma de la mano opuesta exâctamente ácia el viento. Esta causa tan sencilla , y simple es la razon , que hay para la colocacion de las aspas , como se ve en la Fig. 2 del Molino visto de perfil. Inclinado , pues , el Exe sobre el suelo , ò pavimento del tercer alto de toda la Máchîna , se halla segun la di-

La disposi-  
cion de las as-  
pas.

rec-

reccion del viento, y opuesta la superficie de las aspas à esta misma direccion.

Pero no basta, que el Exe, que mantiene las aspas, esté inclinado al Horizonte; requiérese además de esto, que en lugar de hacer ángulo recto con el Exe, la superficie de las aspas se aparte de él 18 grados por una parte, formando por la otra ángulo de 72 grados con el mismo Exe. (\*\*). Los Carpinteros, y Oficiales no siguen la perfecta uniformidad de estas medidas; pero déxemos à parte las ganancias, ò pérdidas, que de aqui se siguen, y busquemos en pocas palabras la razon de esta obliquidad.

Si el viento llevára directamente sus oleadas sobre unas aspas, cuya superficie estuviese plana, y opuesta por medio de ángulos rectos à su direccion, no podría en este caso hacer, que diesen vuelta las aspas; porque la accion, con que impeliéra una aspa, quedaría destruída por la accion, que exercita el viento al mismo tiempo en la aspa opuesta. Y aún sucedería mas todavía, pues las dos porciones, ò partes opuestas de una aspa misma, causarían semejante inconveniente, haciendo cara al viento à lo largo de cada brazo: de donde es, que el viento impelería à la

(\*\*) Algunos ponen diverso este ángulo de inclinacion. Vea-se Vvolffio Machin. tom. 2. probi. CLIII.



la izquierda, y á la derecha igualmente, y lo que ganáse, haciendo doblar los lienzos, y aspa ácia la izquierda, lo perdería, haciéndole doblar otro tanto impulso ácia la derecha. Con que pudiendo hallar esta resistencia uniforme en todas las quatro aspas del Molino, sería hacerle andar ácia atrás.

Demosles à estas aspas algunos grados de inclinacion; pero que esta inclinacion, que yo supongo en la una aspa de 18 grados ácia una parte, y 72 ácia la otra, respecto del Exe, se continúe la misma en la aspa opuesta, y que de una, y otra parte miran à la tierra. En este caso, impeliendo el ayre la una aspa, la dispondrá à subir; y lo mismo executará con la aspa opuesta: y como no pueda subir la una, quando sube la otra, no es dable, que caminen, ni adelanten, y las dos acciones se destruirán mutuamente.

Pero si la una de las dos aspas opuestas, y paralelas al horizonte separa su superficie algunos grados del ángulo recto, mirando à la tierra, y la otra mirando al Cielo, al dirigir el viento su accion contra la superficie, que se inclina ácia la tierra, la hará subir: è impeliendo tambien la superficie de la aspa opuesta, que halla inclinada al contrario, la hará baxar. De esta manera, la una accion, ayuda à la otra; y asi, si dos pa-

lancas empiezan à hacer ceder la muela; quatro, dispuestas con la misma arte, y precaucion, producirán un efecto duplicado.

Tal es el artificio sumamente simple del juego de las muelas, del equilibrio del made-  
rage, y del camino de las aspas, ò vuelo de las alas del Molino. En quanto à la cantidad de fuerzas, y resistencia, sea en los Molinos de agua, ò sea en los Molinos de viento, es materia contestada por los Ingenieros, y disputada éntre los Sábios; y aqui no podrémos decir en esta razon cosa con mas acierto, ni mas proporcionada, que lo que ya dixéron MM. Mariotte, y Belidór.

V. el Plán, y corte de un Molino puesto sobre una barca, ò ponton: y la elevacion del mismo Molino.

Molino sobre una barca, ó ponton delineado por M. Leandre, teniendo à la vista los Molinos de París.

Fig. 1. Plano de un Molino de agua.

C El fondo de la Barca.

I Las Ventanas.

K Arbol, ó Exe grande, que da vuelta en esta Máchîna.

L Rueda punteada.

M Linterna mayor, unida al árbol pequeño, como tambien la Rueda punteada.

O La Linterna pequeña, que hace andar la Muela.

Fig. 2. B. Corte de un Molino de agua, segun la longitud.

C Borde del fondo de la Barca.

D

D Contravientos, ó Madero inclinado éntre otros dos, à modo de tornapunta.

E Techo.

F Postigo falso.

G Pasador, que asegura las piezas.

H Lo mismo.

N Hierro, ò especie de gorron, ò espiga, que sostiene la Muela.

O La Rueda con su puntería, que impele la linterna grande.

P La Linterna pequeña.

Q La Tolva.

R Campanilla.

Fig. 3. Elevacion de un Molino, fabricado sobre una barca, ò ponton.

D Tornillo.

E Pasador.

F Puerta.

G Fuente.

H Aspas.

Fig. 4. B Corte segun la anchura.

G Puente.

I Arbol mayor.

K Rueda punteada.

L Linterna grande.

M Rueda con su puntería.

N Linterna pequeña.

O Cofre, en que se encierran los muebles.

P Tolva.

Q Cuerda de la campanilla.

R La Campanilla.

S Pañol, ò Almacén para el trigo.

T Limpiador.

X Adorno, ó Corona de la cadena.

Y Harinero.

Z Cable para aliviar la muela, ò ponerla en proporcion con su rodaja, ò cabestrante.

Fig. 5. C Otro corte del Molino segun su anchura.

I El Arbol mayor. (\*\*)

K Rueda punteada.

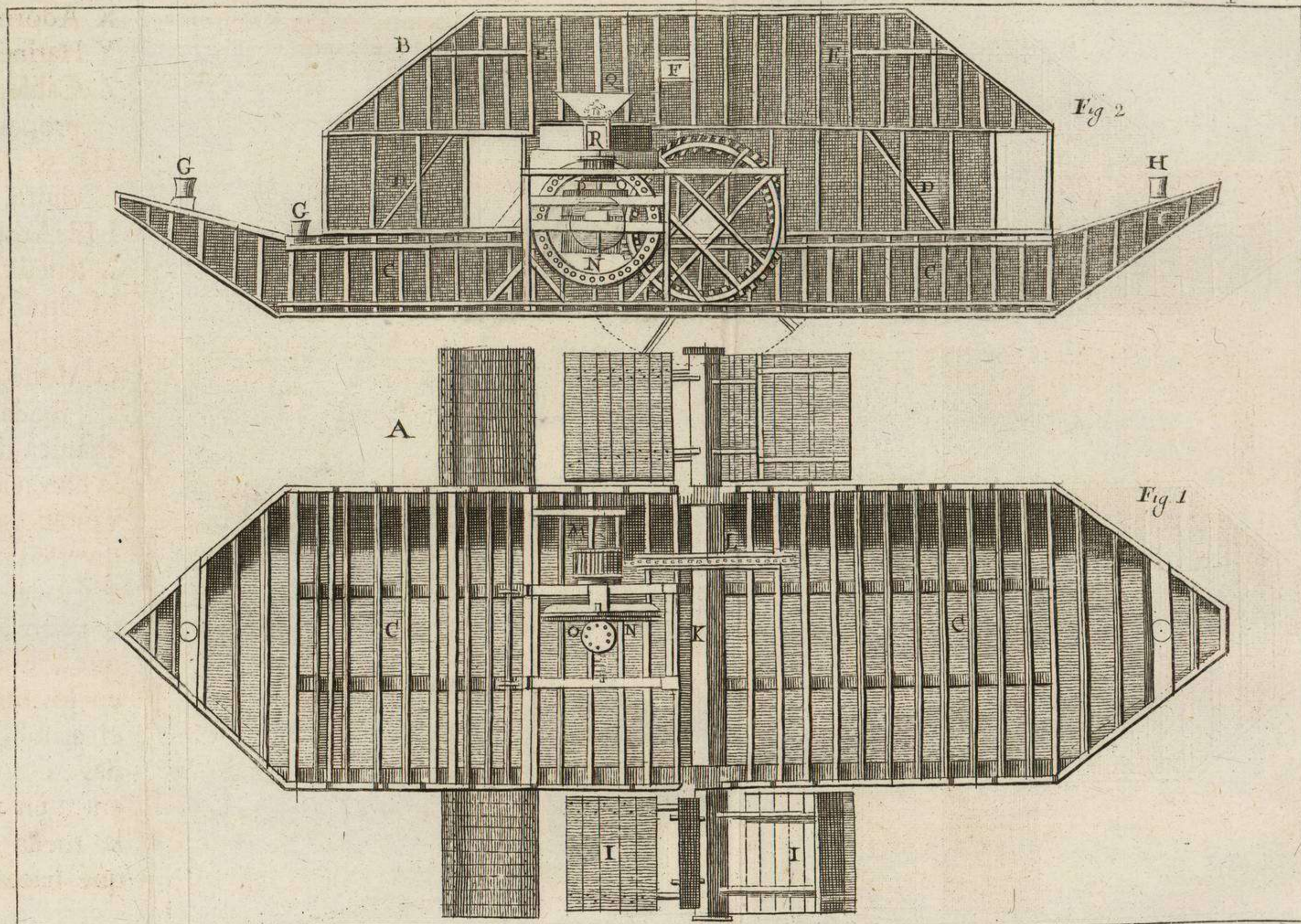
M Otra Rueda tambien punteada.

N La Linterna pequeña.

O Modo de picar la Muela.

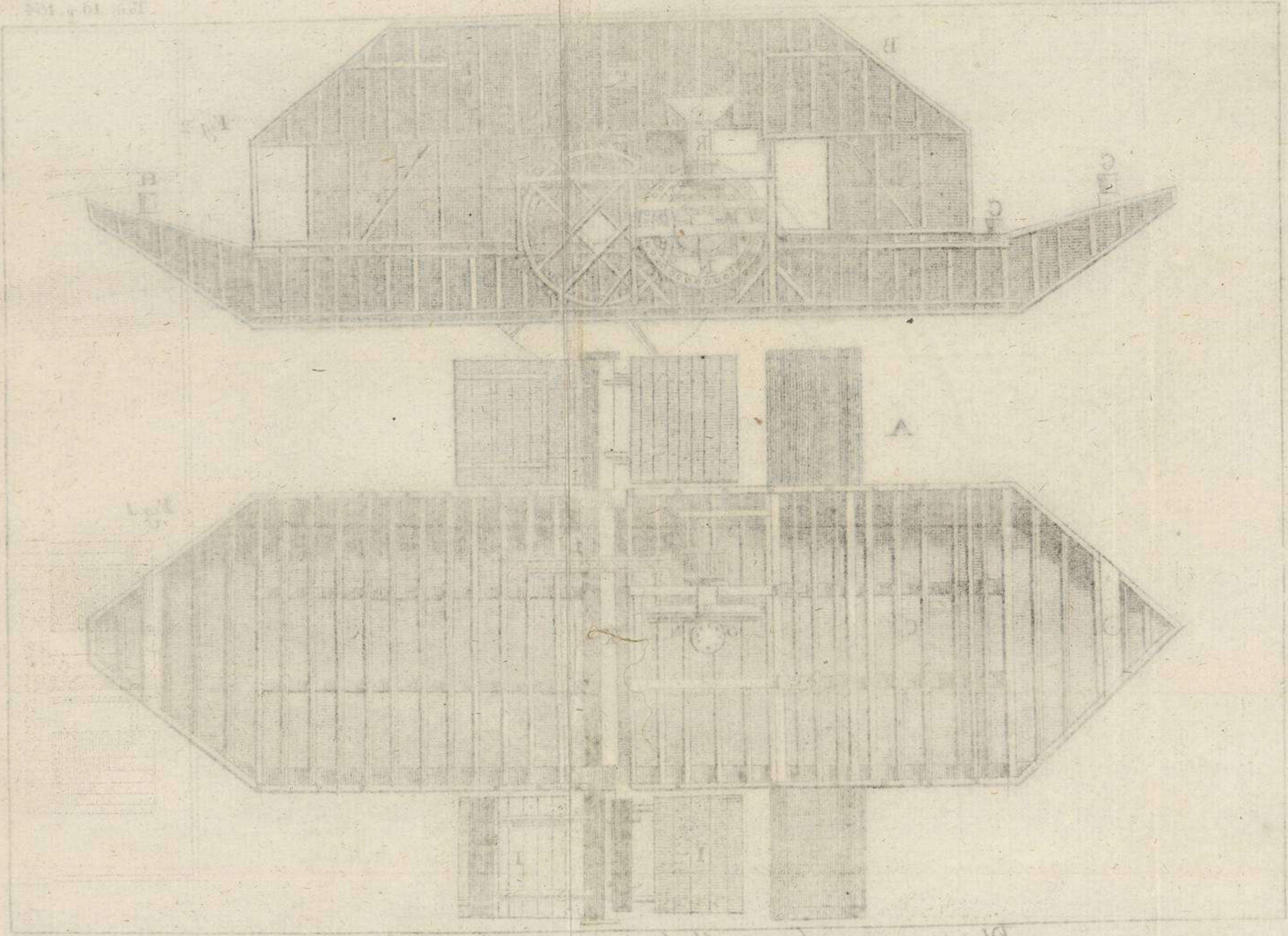
Todas las piezas, que se hallan en la me-  
chânica de un Molino, se hallan asimismo en  
la elevacion, y en los cortes de un Molino le-  
vantado sobre una barca, ò ponton, y visto de  
diversos modos: al presente se pueden recono-  
cer todas estas piezas, sin necesitar, que se no-  
ten con letra alguna: solamente se observará,  
que aqui hay una rueda, y un piñon mas, que  
en los otros Molinos. La rueda es llevada por  
el árbol, al qual mueven las aspas, arrebatadas,  
è impelidas de la corriente. Esta rueda  
entra en un piñon grande, que hace andar à  
la rueda, cuyos puntos mueven la linterna,  
que hace andar la muela.

En  
(\*\*) Al árbol grande de las aspas le llaman *Macho*, y al menor  
*Remacho*.

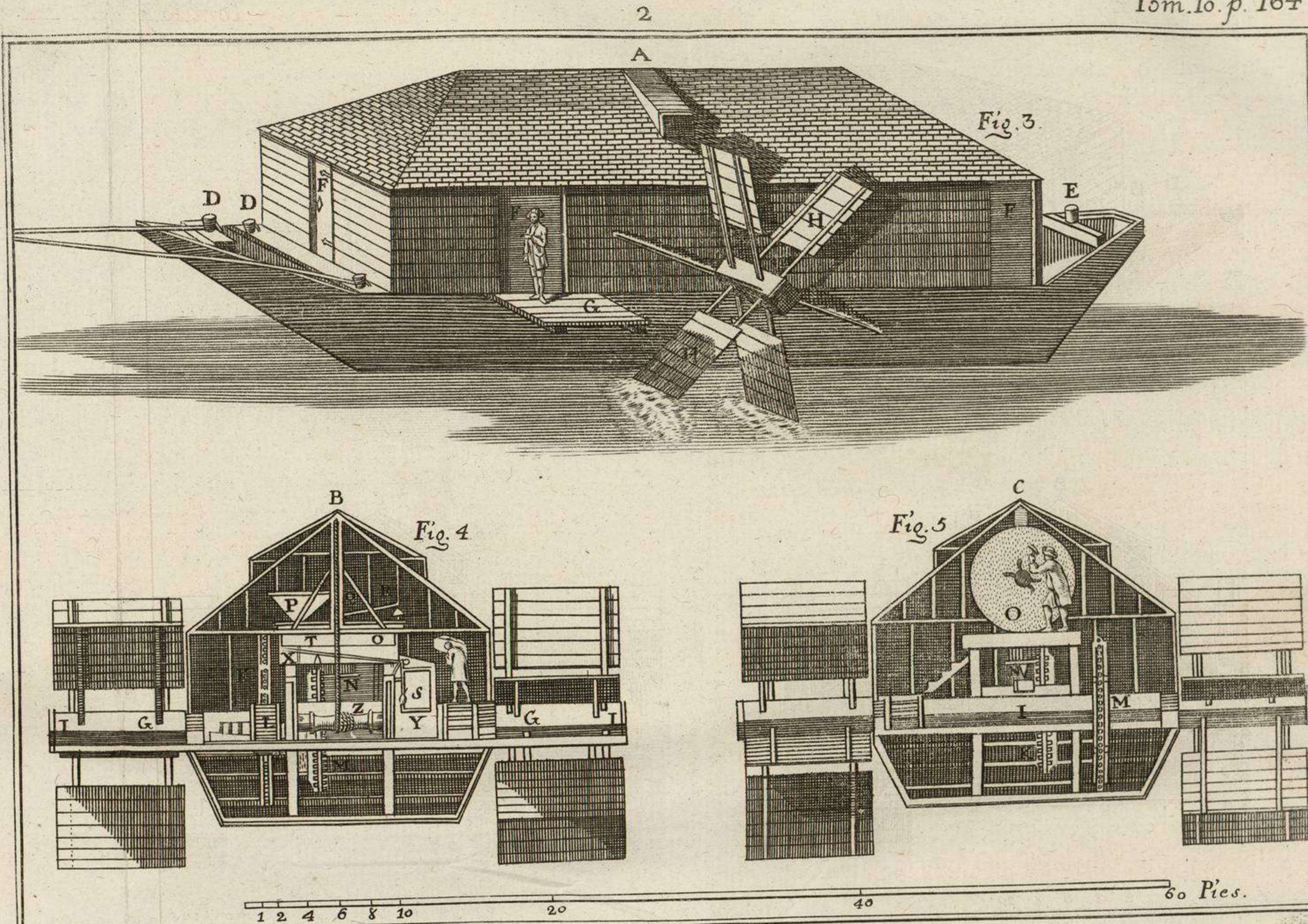


Plan, y corte de un Molino, puesto sobre un barco chato ó pontón.

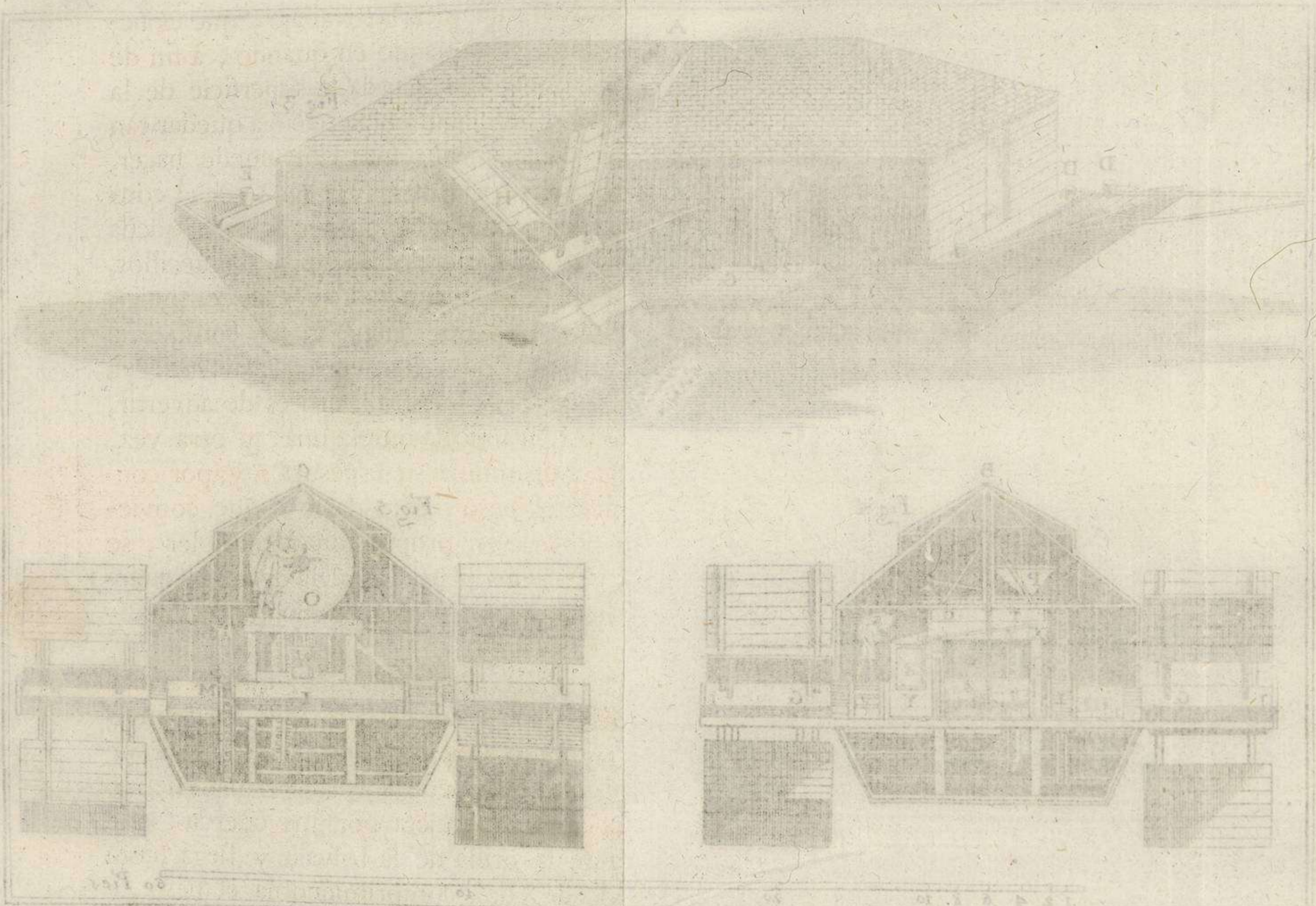
Plan 10 y 104



Plan y corte de un Molino puecto sobre un barro claro y pardo.



Elevacion y Cortes de un Molino sobre un barco.



Elevación y Corte de un Molino sobre un barco



En el corte, que representa la parte posterior de la barca, se ve la muela superior desmontada para picarla: trabajo, que es necesario tomar de quando en quando, à fin de mantener algo áspera toda la superficie de la muela, que llega con el exercicio à quedar tan usada, y lisa, que lo mas que puede hacer, es quebrantar, y aplastar el trigo: por el contrario: la piedra picada con proporcion queda escabrosa, y adquiere otros tantos dientecillos, quantas puntas, y desigualdades le comunicó la piqueta: con que viene à ser como una lima grande, que desmenuza, y reduce à polvo quanto encuentra. Pero es de advertir, que como picando la muela una, y otra vez, se llega à disminuir su espesura, y por consecuencia el peso, para darle el que conviene, y ponerla en proporcion para moler, se echa, y fixa una plasta, ò pella de yeso, quando ya se reconoce notablemente disminuída.

La esquila, ò campanilla, que se ve al lado de la tolva en el corte del barco, mirado segun su longitud, está en el ayre de modo, que no puede sonar, permaneciendo en esta situacion sujeta por una cuerda, que cuelga de la orilla de la tolva, y llega hasta el fondo de ella, comprimiéndola el peso, y masa de trigo, hasta que ya queda muy poco en la tolva. Quando está el trigo casi acaba-

bado, la cuerdecilla, que se ve ya sin prision, escapa, y dexa la campanilla en su situacion, natural, en la qual se ve al punto movida con el sacudimiento, y temblor de la tarabilla, canaleja, ò tolva, que la hacen continuamente sonar. El Molinero, advertido con este aviso, provée de nuevo la tolva del trigo, que le está pidiendo, de modo, que si no se hallára pronto à la señal, no encontrando la piedra corredera materia, en que exercitar la eficacia de su frotacion, destrozaría la puente, arrastrándola hasta las orillas de la piedra de asiento, en donde la colision la haría arrojar chispas con tanta abundancia, que pondrian presto fuego al maderage, y Molino.

El Molino para aserrar, dibuxado por M. Leandre en Fere, y confrontado con las figuras de M. Belidór.

Fig. 1. Plano de la cueva (\*\*\*) del Molino.  
MN La rueda impelida con la caída del agua: tiene cinco piés, y una quarta parte de pié de radio, y su Exe 16 pulgadas.

O la rueda Punteada, que da vuelta sobre un mismo Exe con la rueda sin puntos, encajando, è introduciendo los suyos en los ba-laustres de la linterna P. por una parte, y por la otra en los de la linterna R. La rueda punteada tiene dos piés, y medio de radio, y 32 puntos, ò dientes.

P

V. el Plán, y corte de un Molino, ò Mâ-china para aserrar.

P Linterna, que dando vueltas hace subir, y baxar una cigüeña, asida à la lámina de hierro, que tambien hace subir, y baxar la sierra, siguiendo su movimiento.

Q La cigüeña vista de plano, la curvatura se hace sensible en la Fig. 2.

R Otra linterna, que dando vuelta con su Exe, ò cylindro S, arrolla, y recoge un cordél, que acerca, y atrabe ácia la sierra el carro, en que está puesta la pieza de madera, que se asierra; y quando esta madera llegó ya à la extremidad, de modo, que tropieza, no sirve ya el cordél de modo alguno; pero hay un Sobrestante de la obra, que arregle los movimientos de la pieza à medida, que se va asserrando. Las dos linternas tienen cada una ocho pulgadas de radio, y ocho balaustres de dos pulgadas, y nueve lineas de diámetro.

Fig. 2. Perfil de la anchura del Molino.

MN La rueda sin puntos.

O La rueda punteada.

P La linterna, que hace andar la sierra T.

Q Y La caja, ò corredera es una chapa de hierro, que por la parte inferior se afirma con un gancho à la cigüeña, y por la superior se afianza en Y por medio de un pasador al cabestrillo (\*\*\*) inferior de la

(\*\*) Cabestrillos se llaman en la sierra comun dos especies de círculos, que afirman la hoja con sus dientes à los codales, ò listones inferior, y superior.

168 *Espectáculo de la Naturaleza.*

la sierra. La cigüeña Q no está asida al Exe, ò árbol, sino à la linterna P. La linterna, subiendo, y baxando, hace, que la cigüeña dé media vuelta ácia arriba, y luego otra media ácia abaxo. Esta cigüeña juega en el gancho, ò asa de la hoja de hierro, ò corredera, y la hace, no solamente subir, y baxar, sino tambien ir, y venir de un lado, y otro, siguiendo los movimientos de la cigüeña misma.

T La sierra.

VX Larguero, que tiene la sierra, que sube, y baxa en sus canales.

Z Rueda, que arregla los movimientos de el carro: todo esto es difícil de comprender, sin el auxilio de las figuras siguientes.

Fig. 3. Plano del Molino à raíz del suelo, ò planto ichnographico.

AB El tablado, ò pavimento.

ff, gg Dos canales, en que entran las varas, ò angarillas, que unen las partes anterior, y posterior del carro, que conduce la pieza, que se debe aserrar, para que no solo vaya abanzando, como el carro, en que está, sino tambien, para que no pueda vacilar, ni separarse un punto à la diestra, ni à la siniestra: de donde se sigue, que los dientes de la sierra trabajan siempre, siguiendo una misma linea.

Fig.

- Fig. 4. O La Rueda punteada.  
R Linterna, que arrolla sobre su cilindro la cuerda, asida al carro.  
r r Carro, ò angarillas, que llevan la pieza, que se necesita aserrar.  
P Linterna, que hace andar la cigüeña, y la lámina, unida à la sierra.  
I Sierra mas ancha por arriba, que por abaxo.  
c b Vara de hierro de veinte, y dos pulgadas, asida por una parte al gancho, ó asa (\*\*) del cabestrillo superior de la sierra, y por la otra à una palanca movible, que sube, y baxa con esta vara.  
a c La Palanca movible, unida à esquadra con el brazo g g.  
g Brazo, ò pieza de madera, que va, y viene sobre una clavija seis pulgadas encima de su union con la palanca a c.  
d e Hasta, ó mango de madera de once piés, y seis pulgadas, que tiene en su extremidad e un hierro ancho à modo de pié de Cierva para entrar en los dientes de la Rueda herizada.  
Z La Rueda herizada, ò llaréra de tres piés, y quatro pulgadas de diámetro, comprehendido el círculo punteado, que tiene 384 dientes, ò puntos ganchudos, al modo de garfios de llares, y cada diente tie-

Tom. X. ne

(\*\*) En la sierra *Bracera* comun, la pieza, que equivale à esta asa, se llama *Alacran*.

Y

ne quatro lineas de ancho, y dos lineas, y media de largo.

El Exe de esta Rueda hace andar dos lanternas de à diez pulgadas de diámetro, y ocho balaustres de diez, y seis lineas de diámetro cada uno: los balaustres se encaxan en la puntería, ó dientes, que están debaxo de las varas, que unen la parte anterior, y posterior del carro. Si la Llaréra pasa adelante, el carro, y la madera, que se asierra, abanzan igualmente. Si la Rueda Z se detiene, la madera suspende tambien su camino.

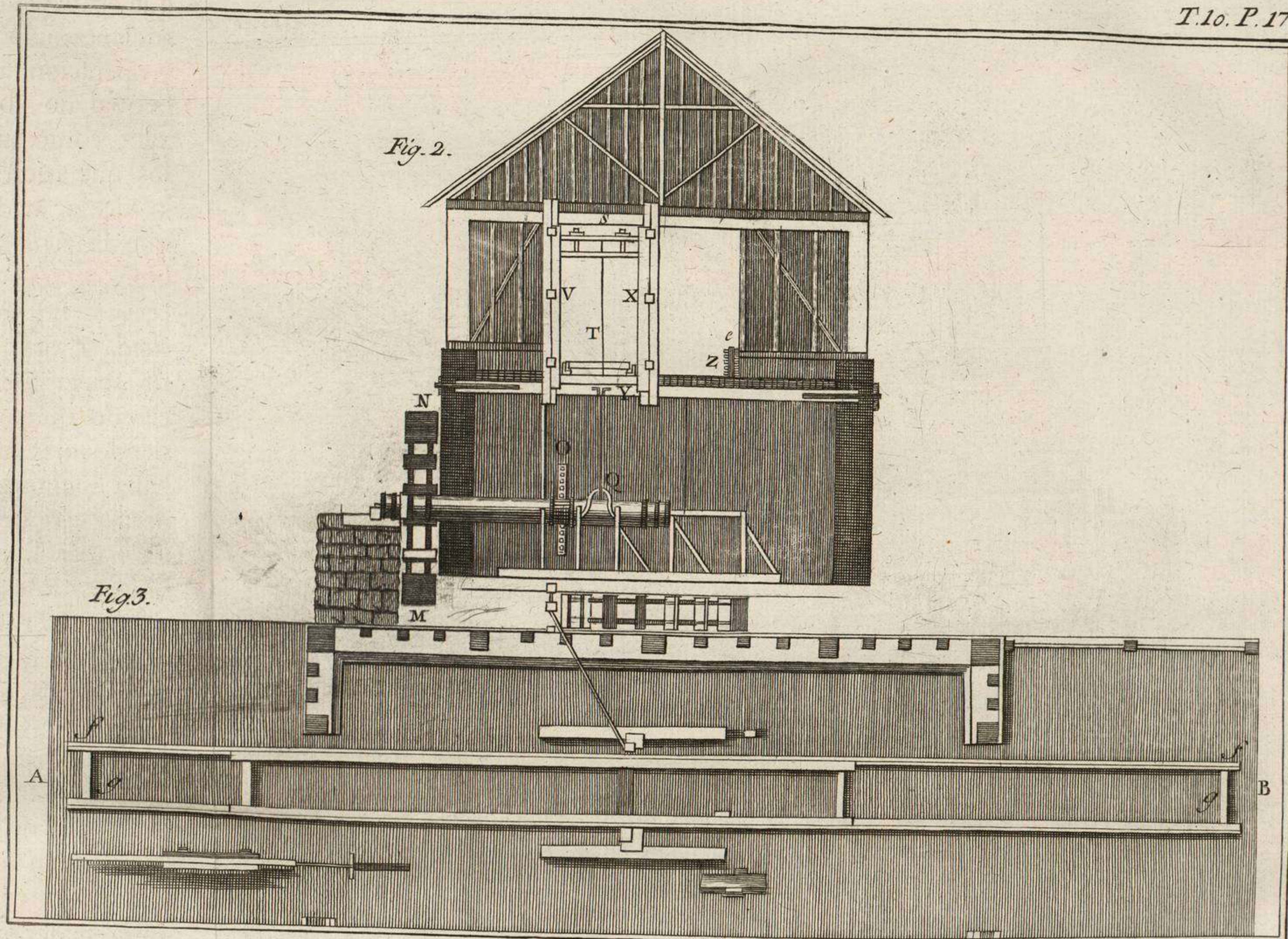
Antes de explicar el juego de estas piezas, debemos notar, que el dia de hoy, en lugar del brazo moviente g, se pone en esta Máquina un Exe de seis pulgadas de radio, que da vuelta sobre los muñones, ò puentes. A este Exe está invariablemente asida la palanca a c, de suerte, que si la palanca alza, ò baxa, al Exe le cabe la misma suerte. El mango e d está firme en lo inferior de este Exe por medio de una viságra: con que si el Exe da vuelta, subiendo con su palanca a c, encamina la viságra desde d ácia e, y el mango, ò hasta debe prolongarse al punto, è impeler un diente de la llaréra Z. Si el brazo, ò el Exe, rechazado con el descenso, y caída de la palanca c. llama ácia abaxo la viságra, la hasta d e se dobla, recoda, y acorta. El pié de Cierva e debe, se-  
gun

gun esto, recaer del lado de acá de otro diente de la llaréra. Una especie de tarabilla permite à la Rueda Z dar vueltas ácia el un lado pero enganchándose, ò asiéndose en los dientes de garfio de la Rueda, la impide à dar vueltas ácia la otra parte. Ya al presente se puede comprehender la comunicacion de el movimiento, y el efecto, que causa.

Despues que la cuerda, arrollándose sobre el Exe de la Linterna R, conduxo ya al carro, y la pieza de madera junto à la sierra, la Rueda punteada obra sobre la Linterna P, la qual hace subir, y baxar la cigüeña, y la corredera Q Y. Esta lámina corredera no puede subir sin hacer subir la sierra, la qual, llevando consigo la otra lámina b, levanta la palanca á c, que atrahe consiguientemente por el mismo lado la viságra d: con que es necesario, que la hasta d e se prolongue ácia e, è impela, y haga pasar adelante un punto, ò garfio de la llaréra Z. Esta llaréra, dando vueltas con su Exe, las hace dar à sus Linternas, que encaxando sus balaustres en los puntos de las varas de union de la parte anterior con la posterior de el carro, adelantan algunos; y por consecuencia la pieza de madera. En este instante sube la sierra, y como es mas ancha por arriba, que por abaxo, dexa en el mismo momento un vacio entre la sierra, y la parte de la madera, en

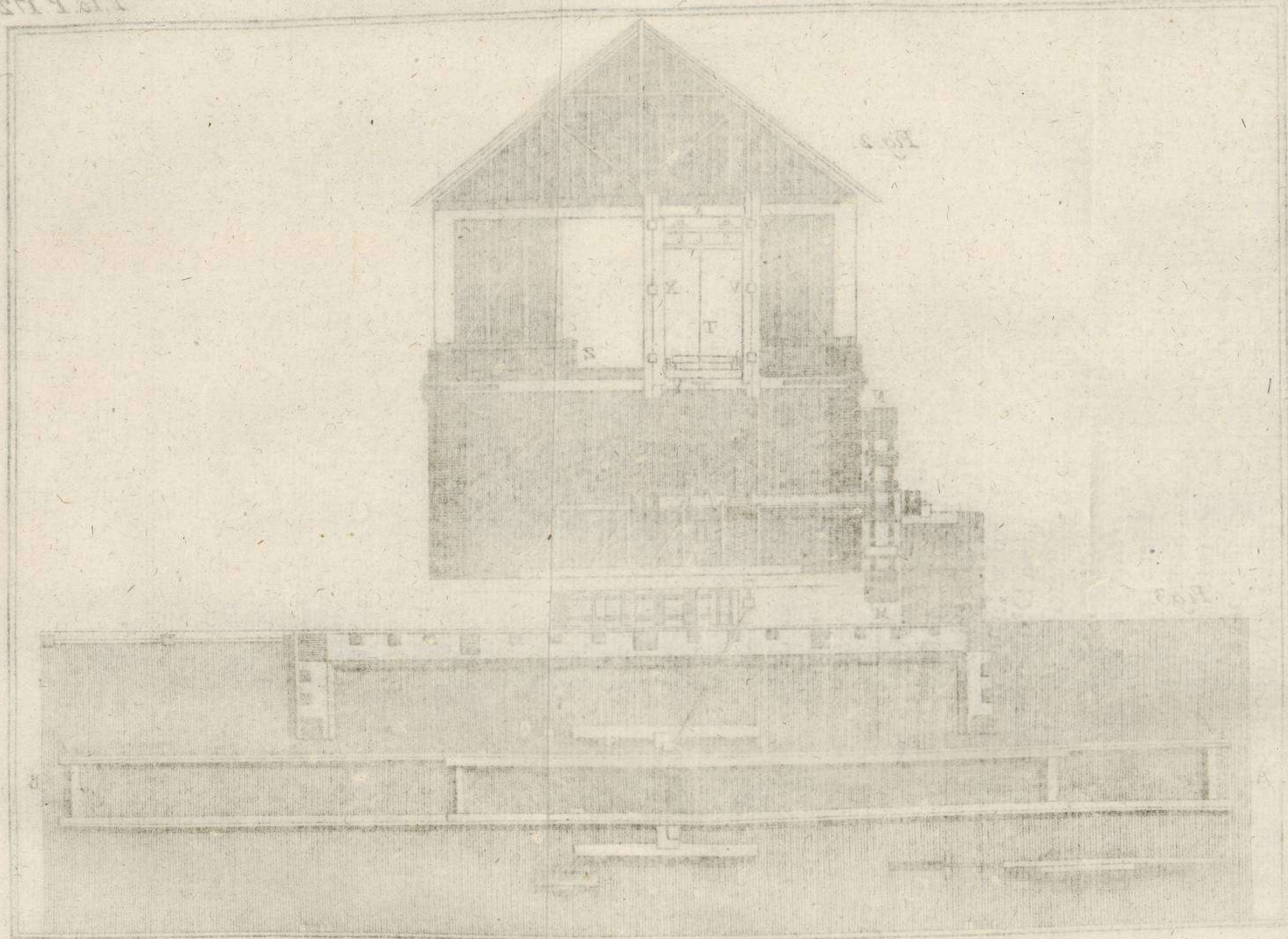
que acaba entónces de obrar. La madera se adelanta sin obstáculo, y recibe nuevos golpes, y operacion nueva con la baxada de la sierra, la qual no obra en esta Máchîna sino al baxar, como sucede en el trabajo, que ponen los que asierran à lo largo, ò siguiendo el hilo de la madera. La sierra debe baxar, porque la cigüeña, que la levantó, baxa tambien, y trae consigo la corredera, la sierra, la vara de hierro b, y la palanca a c. La rueda Z está entónces sin movimiento; y asi, no se le comunica al carro. En este espacio de quietud es quando obra la sierra, que siendo mas ancha por la parte superior, se halla inclinada segun la longitud de la madera, y sigue su hilo: lo qual es una imitacion muy ingeniosa de la accion de los Aseradores de tablas, ò piezas gruesas, que dirigen la sierra, no segun la perpendicular, sino obliquamente; porque las fibras de la madera se cortan con dificultad, quando se obra transversalmente en el corte, y al contrario se dan fácilmente, y rinden con docilidad al corte obliquo: y del mismo modo, que los brazos de estos Aseradores se adelantan, y se retiran à propósito para dar à la sierra la inclinacion conveniente, que piden las fibras de la madera; asi la vara de hierro superior, y la corredera siguen el juego de la palanca, y de la cigüeña, de modo, que formen con la  
sier-



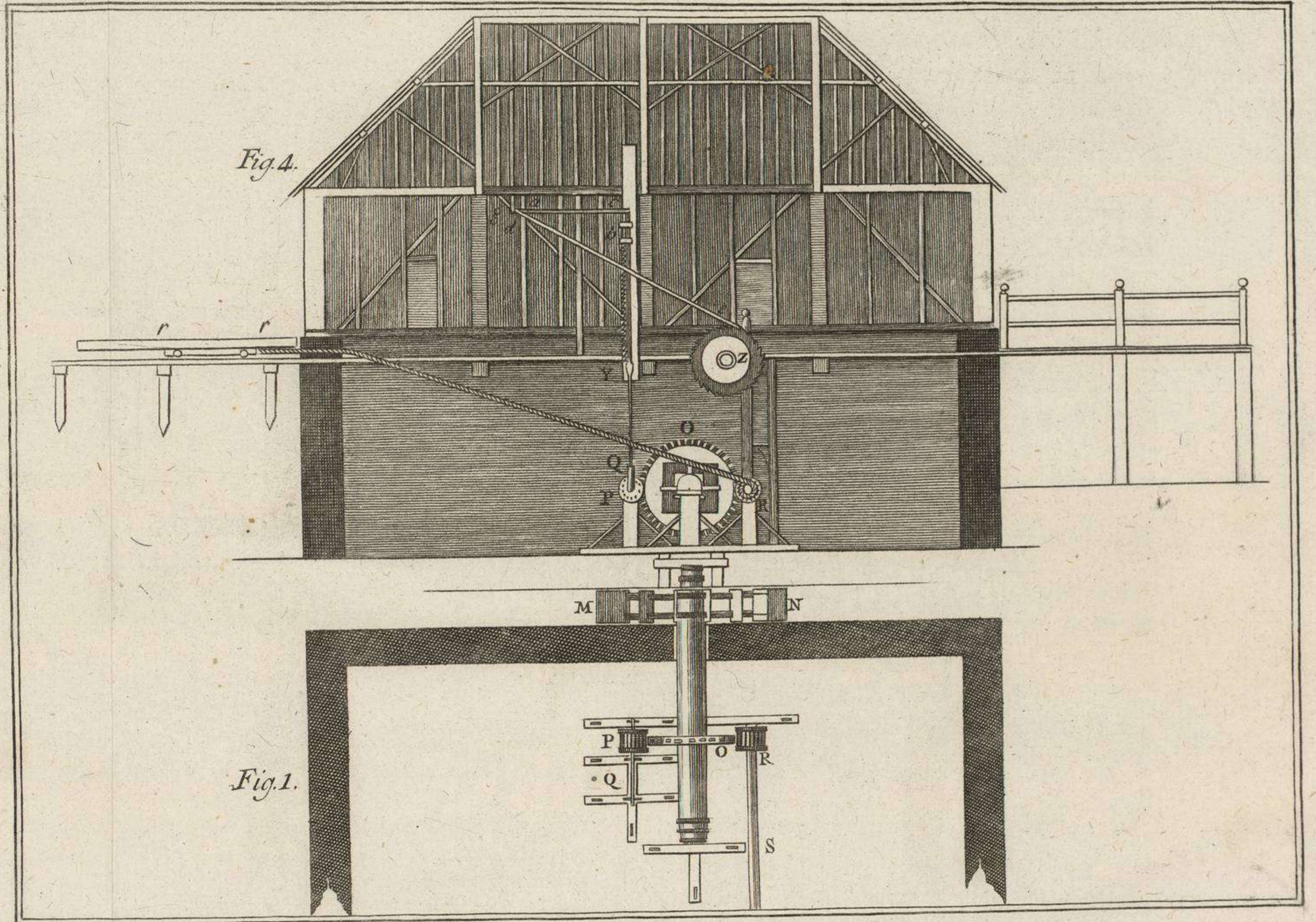


*Plan, y corte de un Molino, ò Machina para aserrar.*

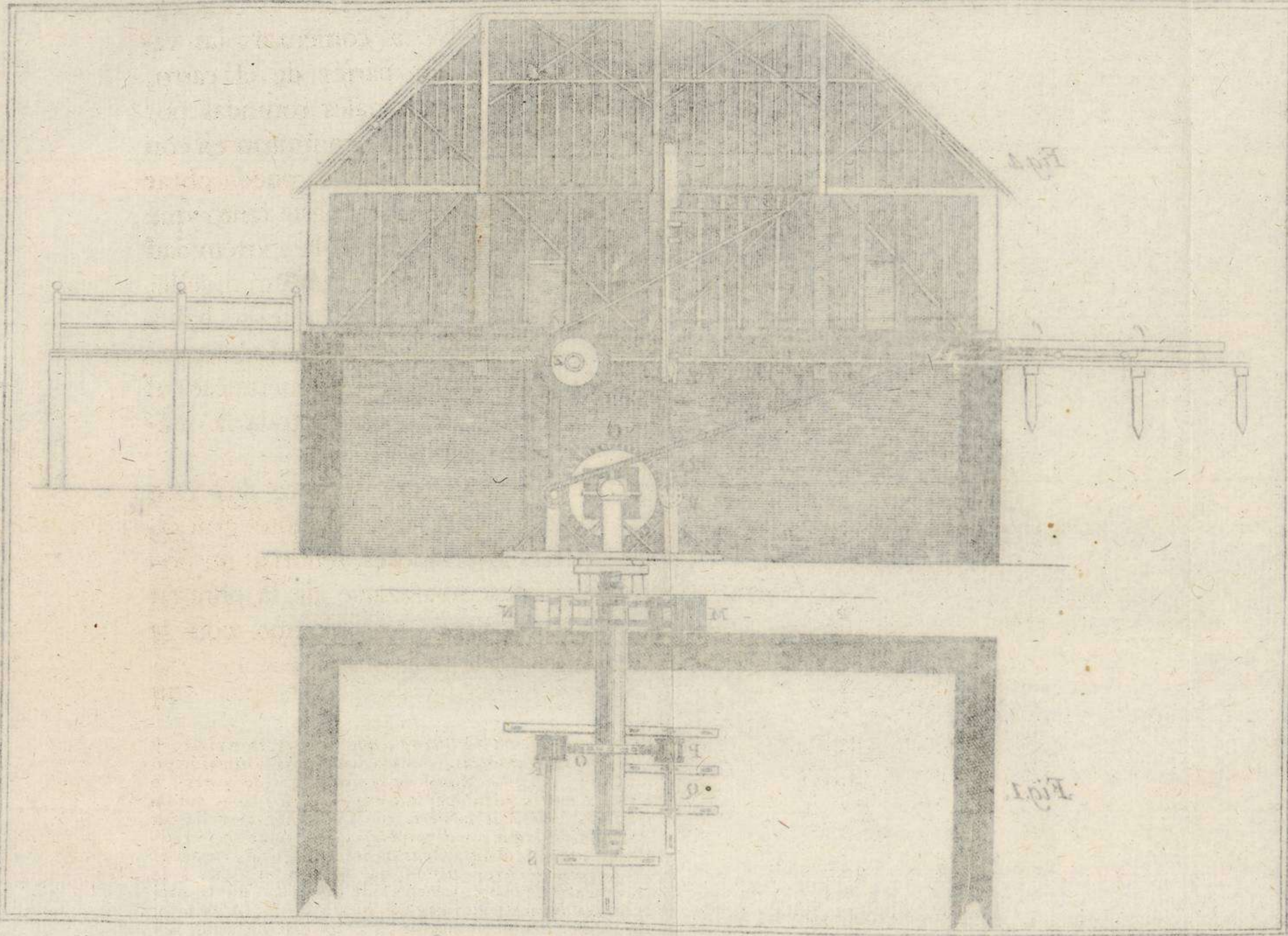
T. 10 P. 172



Plano y corte de un Molino o Máquina para abrir.



*Molino ò Machina para aserrar.*



Molino ó Máquina para aserrar.

sierra los ángulos , è inflexiones , que se necesitan para hacerla ir , y venir en sus canales. El juego vuelve à comenzar: las varas de union de las dos partes de el carro, llevadas siempre en sus canales rotundas por las Linternas de la Rueda Z. continúan en conducir la pieza de madera , donde pueda obrar la sierra , y debaxo de ella , hasta tanto que una barra de hierro , unida à la extremidad de la pieza de madera , encuentra un muelle, que retira la clavija , ò cuña , que se había aplicado à la compuerta, para tenerla levantada , y dar curso al agua. La compuerta cae, el agua se represa , la rueda pára , y toda la máquina queda sin movimiento.

En una hora asierra , y hace dos este Molino ; un cabrio , ò viga bastante gruesa, que dos fuertes Aserradores tendrían no poco trabajo en desembarazarse de la obra en quatro , ò cinco veces mas tiempo con la sierra comun. (\*\*)

El

(\*\*) En la Sierra comun , ò *Bracera* , que sirve para espigar , y dividir toda especie de maderas , tomada toda junta la armazón , ó piezas , que tiene , se llaman *Armas* de la sierra. Las dos varas , ó listones , à cuyo medio , tanto por la parte superior , como por la inferior , se afirma la hoja de la sierra con sus dientes , se llaman *Codales*. Las dos varas , que caen perpendiculares sobre las extremidades de los codales , y distan igualmente de la hoja , tienen el nombre de *Largueros* ; ciertos arillos , que afirman las armas à la sierra , y los codales à la hoja , tienen el de *Cabestrillos*. En la parte anterior de estos cabestrillos hay un hierro co-vo , ò pasador , à quien se le da el nombre de *Allacrán* , y en la exterior unos zoquetillos , que en lo superior è inferior entran en los cabestrillos , y sujetan la sierra , ò hoja , se llaman *Cuñas*. A los que trabajan con esta especie de sierra , les dan el nombre de *Chiquichagues*.

Veanse las  
Estampas de  
el Molino de  
Pólvora.

El Molino de Pólvora dibuxado por M. Leandre.

La Pólvora de cañon está compuesta de Salitre, Azufre, y Carbon, el qual debe ser de madera de Bourdaine, (\*\*\*) que se halla con abundancia en los Sotos: este árbol es endeble, y se seca en llegando à tener dos, ò tres pulgadas de grueso. El azufre debe ser puro, y limpio de todo otro cuerpo extraño. El Salitre es la sal, que se saca de diferentes cocimientos, ò lexías de muchas especies de piedras quebradas, de escombros, ò yesones de ruínas, y desmontes de edificios viejos, y principalmente de las cuevas; y en general se halla en la tierra, que se ha mantenido por algun tiempo en rediles, caballerias, palomares, ò parages semejantes, en que se juntan los animales proporcionados à estas piezas; yá sea por razon de un curso reglado, ò por transpiracion, los residuos de estercoleros, y lugares inmundos, las superfluidades, y deshechos de las manufacturas, los orines, y sales, que provienen de toda especie de animales, conducen para el Salitre. Estos tres materiales, reducidos cada uno de por sí à polvo, se incorporan despues en una masa de un peso determinado, cuyas tres

(\*\*) Arbolito pequeño, que se halla comunmente en las selvas, su corteza es negra, y sirve para hacer pajuelas, &c. Véase el Dic. de las Art. y Cienc. de Paris L. B. En Hespaña el carbon, que ha probado mejor para la Pólvora, es el de la caña del cañamo, y se llama *Granuja*. El Italiano omite el *Bourdaine*.

tres quartas partes son de Salitre , y la otra quarta parte la mitad Carbon, y la mitad Azufre. El Azufre sirve para encender todo el material: el Carbon impide la consumpcion instantanea ; y el Salitre causa toda la fuerza con la extrema dilatacion , que le comunica el fuego , y con la solidéz de las partes , que arroja. Lo que nos es posible solamente bruxulear en la accion terrible de la Pólvora , es muy poco , aunque hayamos tentado varias experiencias , aprendido à hacerla , y à gobernarla. Los ingredientes , que la componen , son innocentes , si no se unen , ò si permanecen solitarios ; y sería cosa digna de desear para el reposo de los Navegantes , y sosiego de todos quantos tienen en sus vecindades la Pólvora , que todas estas especies de materiales , que la componen , se pudiésen mantener , ò transportar cada una de por sí , de modo , que produxésen el mismo efecto , quando en la necesidad actual se juntásen , y reúniésen. Vé aquí un servicio bien importante , que haría à la Sociedad humana quien encontráse el secreto. Yo se lo pido à aquellos , que no quieren para construir el Mundo otra cosa , sino la *materia* , y el *movimiento*. Pero mientras esperémos este socorro , se continuará haciendo la incorporacion de los tres materiales en los morteros con sus manos,

nos, (\*\*) y con los riegos, ò rociaduras, como hasta aqui. El Mortero es una pieza de madera cóncava, y capaz de recibir 20 libras de pasta de la composicion, que acabamos de decir. En cada Molino hay 24 morteros y se fabrican cada vez, y en cada dia 480 libras de Pólvora, rociando cada Mortero con dos libras de agua, de modo, que al secarse la rociadura precedente, se vuelve à rociar la masa. Esta masa, ò pasta, batida por tres horas consecutivas, pasa de un Mortero à otro. El suelo está agujereado, y se cierra con una tapa, ò pedazo de madera en forma cónica para recibir los golpes de la maza, y para que sea de mas dura, y se conserve. La mano del Mortero, ò maza es una pieza de madera de diez piés de alta y tres pulgadas y media de ancha, armada por la parte inferior de una pieza redon-

(\*\*) En la Fábrica de la Pólvora llaman *Mazas* à estas manos de mortero, que están perpendiculares sobre él, y pendientes de un *Telar* hecho de tablas, sujetas à seis *Piés de amigo*, que se llaman *Frayles*. Cada maza tiene un diente, à quien le dán el nombre de *Sobarba*. El árbol, que atraviesa la rueda, y el telar, se llama *Mástil*. El telar, que se mueve al andar la rueda, hace andar las mazas por medio de unas tablas, que tiene atravesadas, à que llaman *Levas*, las quales tropezando con la sobarba de la maza, la levantan. A la rueda la mueve el agua, impeliendo unas tablas, que tiene al rededor, y se llaman *Alabes*. Los cabos de los mástiles se llaman *Pernos*, y estos descansan en un palo, que se llama *Palometa*. La qual estriba, ò está sostenida de un *Cabezal* de madera. Además de todas estas piezas hay tambien en los mismos Molinos unas especies de botas, ò pipas, que son como una cuba de tablas, y le llaman el *Pavon*, al qual atraviesa un mástil (al modo que en los Molinos de harina) para que movido de una rueda, dé vueltas, y apretando el grano de la Pólvora, le vaya dando lustre. Este es el modo comun, con que se fabrica en Hespaña la Pólvora.



donda de metal. El peso de la maza sube à unas 65 libras.

La simple inspeccion de las piezas hará concebir el efecto.

**Fig. 1.** Plan de la Rueda , y de las Linternas.

**A** La Rueda impelida al caer el agua.

**B** El Exe de la Rueda.

**C D** Dos Linternas , que cada qual da vueltas sobre su Exe.

**E** La Rueda punteada, conducida por el Exe de la Rueda grande , y encaxando los puntos en los balaustres de las Linternas , à las quales hace andar , una ácia un lado , y otra ácia otro.

**Eig. 2** Perfil de la Rueda sin puntos , y de la punteada.

**A** La Rueda sin puntos.

**Bb** El Exe de la Rueda grande, el qual introduce un gorrón , ò perno en b , y otro en B.

**C** El Exe de la Linterna C, visto de la otra parte de la Rueda punteada.

**E** La Rueda delantera punteada, de la qual se ha quitado aqui la Linterna D. Fig. 1.

**F** Las mazas de los morteros.

**G** Lugares , ó puestos de estas mazas : estos puestos son dos piezas de madera agujereadas por otras tantas partes , quantas mazas de mortero hubiere para conservarlas en la misma linea , tanto al subir , como al baxar.

*Tom. X.*

**Z**

**H**

178 *Espectáculo de la Naturaleza.*

H El exterior de los Morteros.

Fig. 3. El plan de toda la Máchîna

A La Rueda.

B El Exe.

C D Las dos Linternas cada una con su Exe propio. Al Exe, que hace andar à cada Linterna, le llaman en esta Máchîna, Herizo, por hallarse rodeado de doce pequeñas piezas de madera, que sobresalen como púas; y se llaman Levas, por estar destinadas à levantar las Mazas asiéndolas de una pieza de madera, que se llama *Sobarba*, y está al lado de cada Maza.

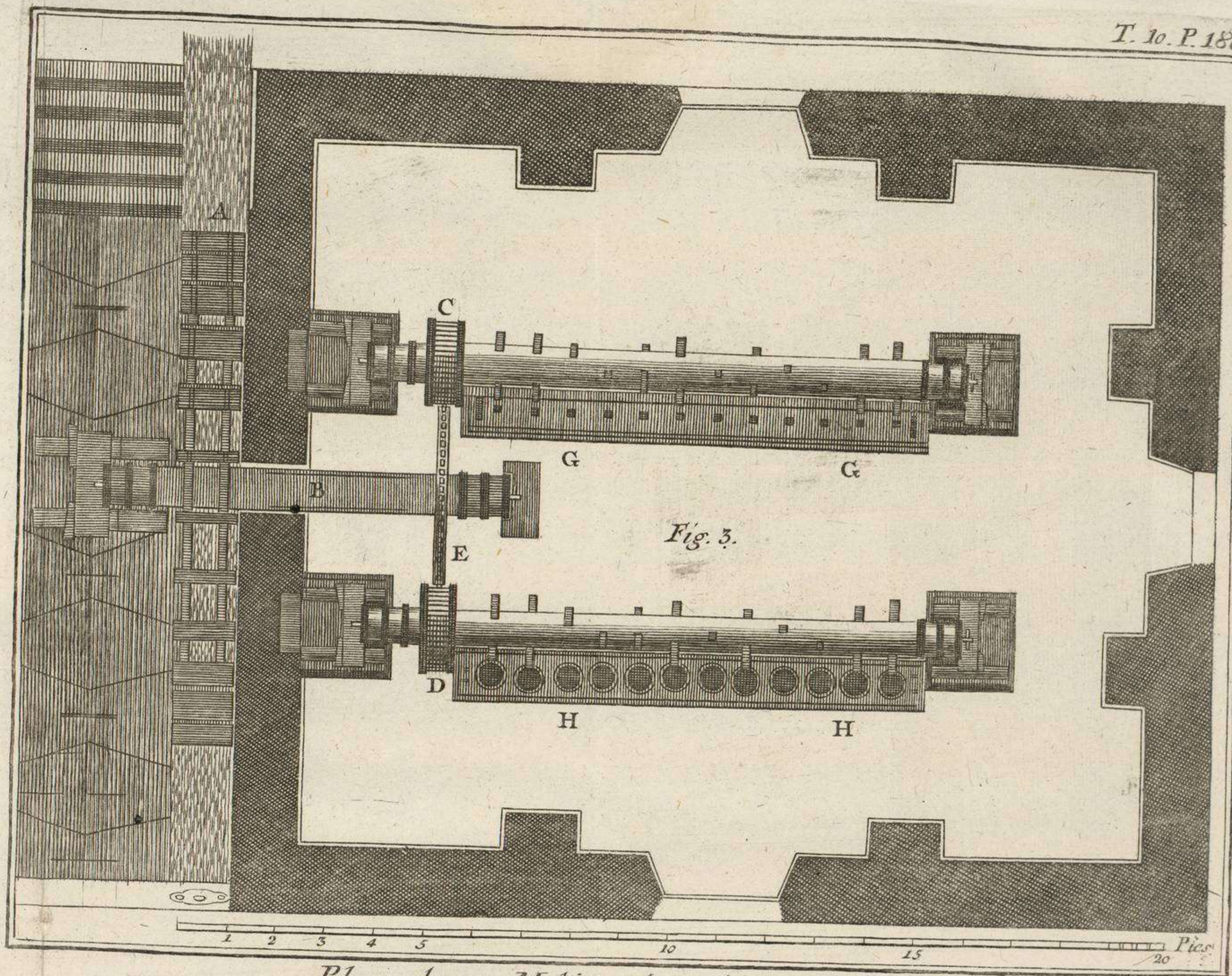
E Rueda punteada.

G Lugar, ò prision de las Mazas.

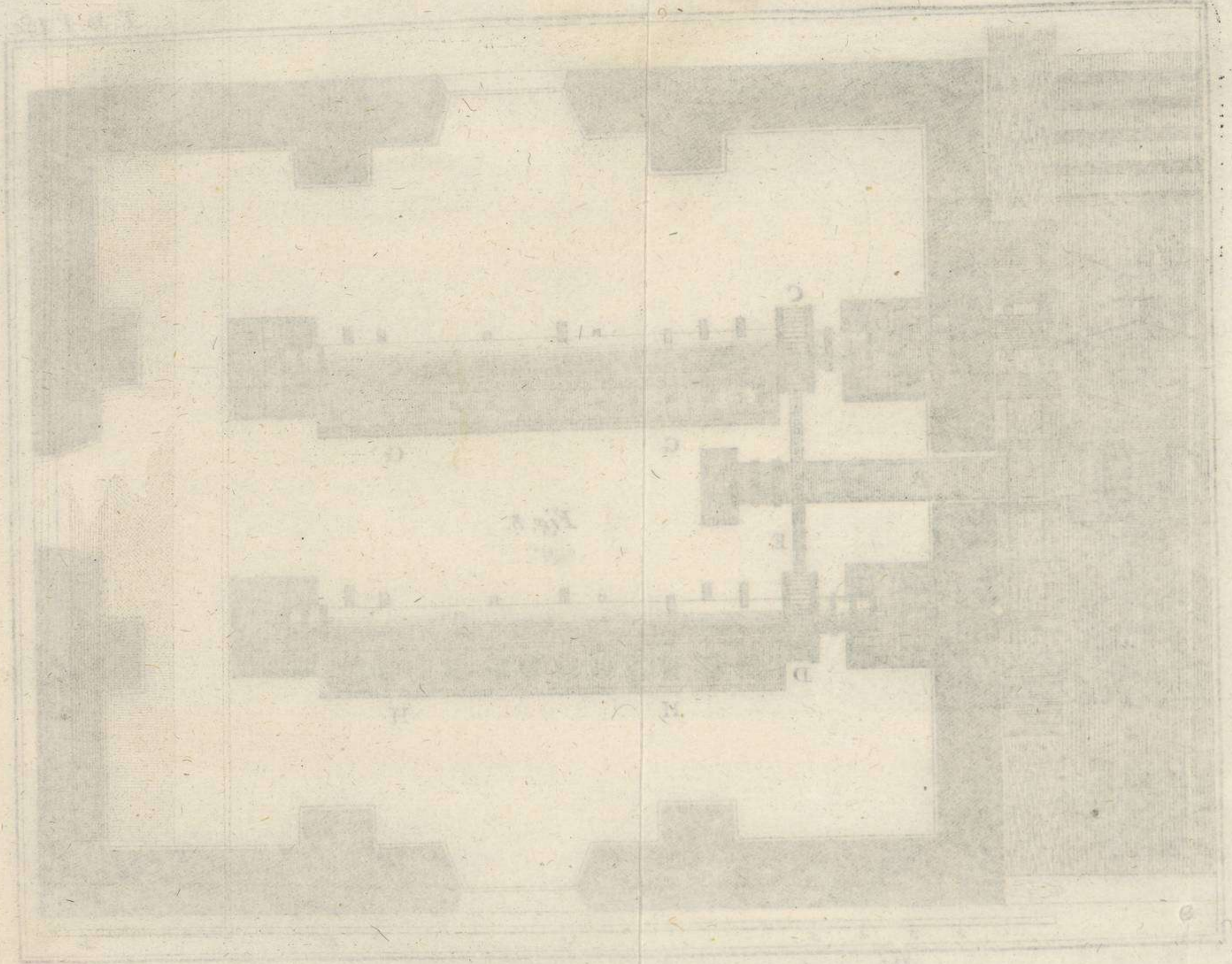
H El suelo de los Morteros.

Si se le da agua à la Rueda sin puntos, es necesario, que la que los tiene, ande, y mueva las dos Linternas CD, y sus púas, ò levas ácia dos partes contrarias: cada Leva, dando vuelta con su herizo, encuentra por su turno la Sobarba de una maza, la levanta; y prosiguiendo, la dexa caer en el mortero, à que corresponde. Estas doce Levas están ordenadas de modo, que hay siempre quatro en el ayre, y quatro mazas siempre prontas à caer, cada una de por sí, pues nunca cae sino una segun su vez. De esta colocacion depende la trituracion igual de la pasta: y se asegura mucho mas, pasándola sucesivamen-

te

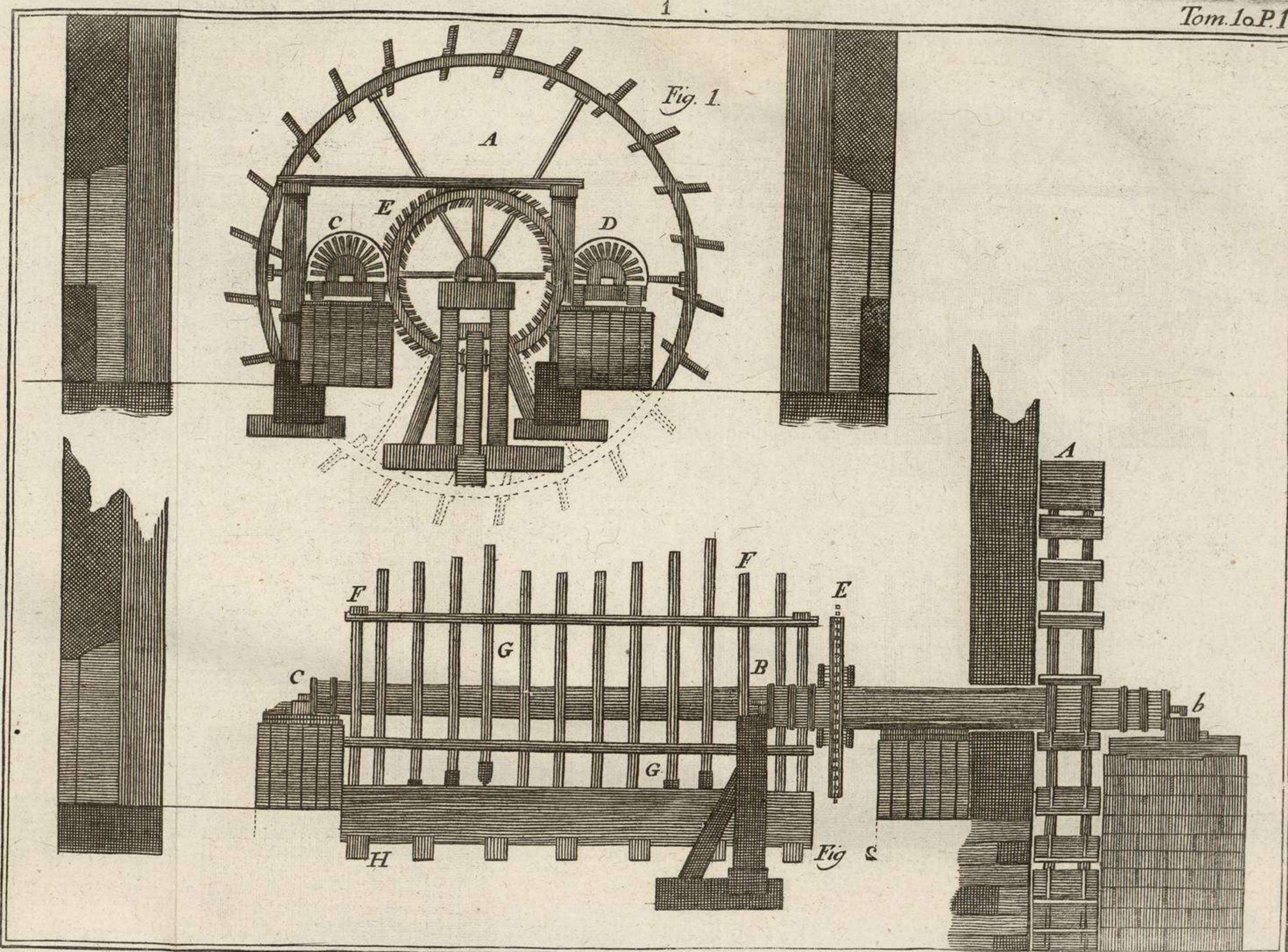


Plan de un Molino de polvora.



Plan de un edificio de patentes

5/5



*Elevacion de un Molino de polvora*

Fig. 109

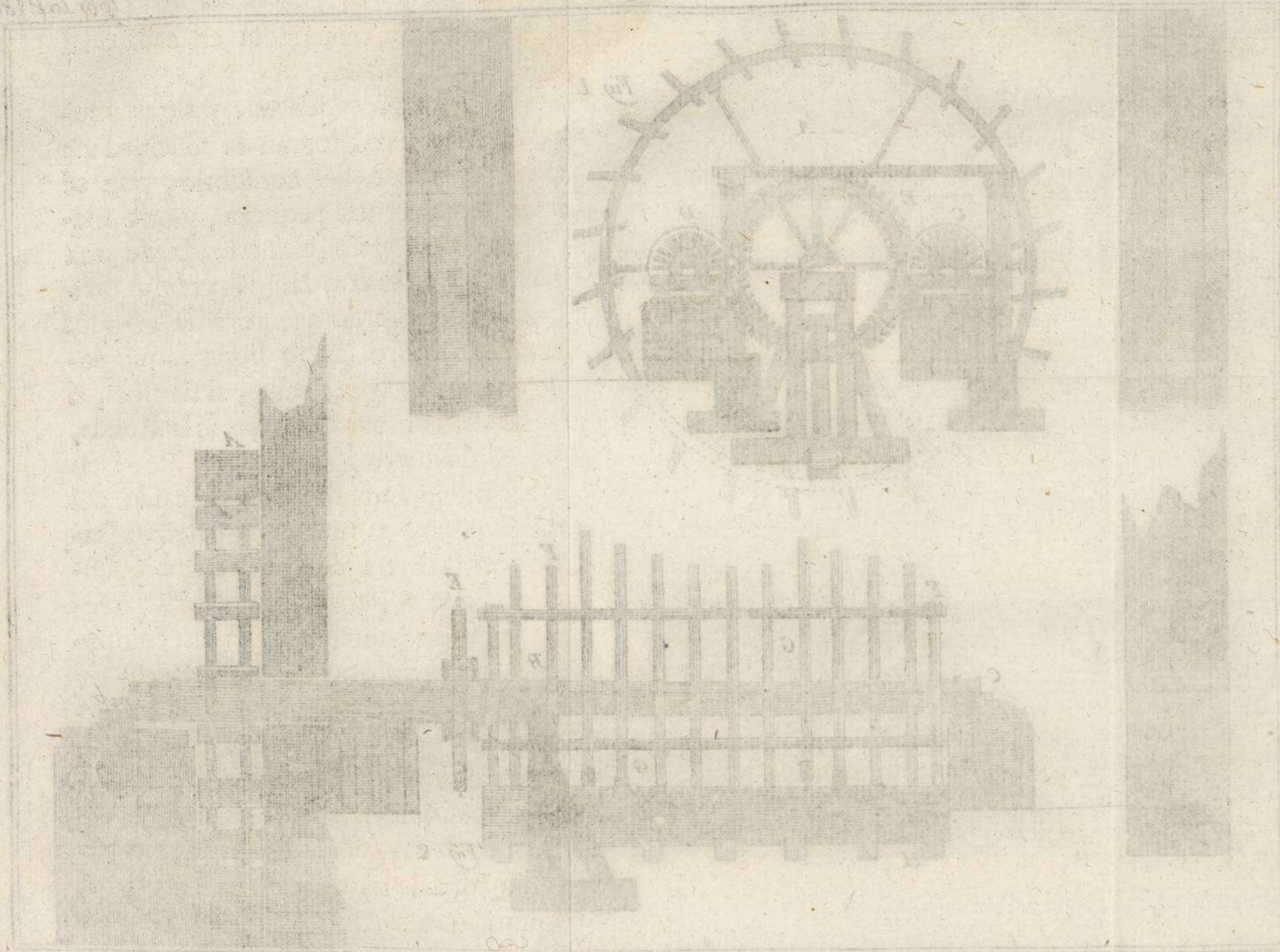


Fig. 109

te por 24 pilones, y teniéndola en cada qual un tiempo determinado.

Las Máquinas precedentes, y otras muchas, casi sin número, logran la felicidad de sus efectos por razon del equilibrio, que se halla éntre una potencia pequeña, y otra mayor, quando la pequeña está armada de una leva, palanca, ó brazo largo, contra otro mas corto, que sirve de agente à la grande. El Mechánico conoce las 70 libras, que pesa un pié cúbico de agua: sabe, si da uno, ó dos piés cúbicos de agua, ò mas à la Rueda, y cuál es el diámetro, ò longitud de ésta: valúa la accion juntamente con la caída del agua, que la pone, y mueve la Rueda: sabe cuánto pesa la maza del mortero, y cuánto las quatro, que el herizo, y sus púas, ò levas tienen continuadamente suspensas: compara las relaciones recíprocas de las palancas, y de las potencias en todas las situaciones, y casos. Y conocido todo, lo conduce à su fin, ò con cálculos ajustados, y precisos, ò por medio de experiencias reiteradas, pues à la verdad, el empeño de vencer las mas eficaces resistencias, sin meditarlo todo, se parece mucho à una Conquista, que se emprende; y degenéra en temeridad, quando se camina à ella, sin haber previsto los impedimentos, y calculado los gastos.

Ademas de la feliz aplicacion de la Pa-

lanca à tantas especies de Máquinas , que aumentan , casi sin término , el poder del hombre , y el buen suceso de su trabajo , tenemos tambien otro medio , no menos simple , ni de menor servicio en las mechânicas. Este es el *plano inclinado*, acerca del qual se ha de advertir.

El plano inclinado.

1.º Quando se quiere hacer subir à alguna altura un cuerpo pesado, ò moderar su descenso: si se camina por linea recta, sin que estribe en la tierra , es menester sostener todo el peso: con que la Potencia debe ser igual, ò superior à la resistencia de la pesadéz total para poder gobernarla.

2.º Quando el peso está en tierra , la linea de su caída halló un obstáculo invencible , y no puede baxar mas; mírase sostenido , y por decirlo asi , reposa , segun la proyeccion de una linea directamente contraria à la de su gravedad , Estas dos lineas se destruyen mutuamente , y el cuerpo permanece en quietud: puédesele mover , ò por un terreno sin pendiente , ò por una superficie inclinada. Si se quiere , que camíne por un Plano horizontal , ò sin pendiente , la idéa será facil de executar; y tanto más , quanto este cuerpo se halle terminado por un gran número de superficies , que le aproxímen à la figura rotunda : porque no estribando en este caso , ni sirviéndole de basa sino una superfi-



ficie pequeña, que se considera como un punto, se puede concebir la pesadéz de este cuerpo como una línea, que cae directamente desde el punto céntrico de la mesa, hasta el punto del apoyo. Las partes, que se alejan de esta línea por una parte, y por otra, están en una especie de equilibrio, que se impedirá con un pequeño impulso, y la parte, que no se ve impelida, cederá para ir à buscar un nuevo apoyo, ò nueva basa, que la sostenga, y por consecuencia este cuerpo rodará. Y si se afirma en la tierra por medio de una superficie muy grande, y que no se puede mover sin un gran número de frotaciones, que multiplican la resistencia, se le hace ceder con el artificio de las ruedas de un carro, que no tocando à la tierra, sino con algunos puntos, facilitan el transporte ácia el lado opuesto al del impulso. Tal es el beneficio de las rótulas, carrillos, y ruedas grandes, que preparan, y comunican su figura orbicular à los cuerpos mas distantes de ella: disminuyen las frotaciones, no tocando à la tierra sino con un pequeño número de puntos, y formando sobre ellos una especie de balancéo perpetuo, están siempre prontas à caminar, y obedecer al primer impulso, que las determíne de un lado, mas que de otro.

3.º Entre el movimiento de los cuerpos,  
que

que suben, ò baxan à plomo, y el camino de los mismos cuerpos trasportados horizontalmente, hay otro tercer modo de dirigirlos, y es haciéndolos caminar por un Plano inclinado al Horizonte, por exemplo: la pendiente de una colina, ò el declive de un terraplén. En este caso el cuerpo pesado se halla en parte sostenido por razon del terreno sobre una linea, que forma el terreno mismo con la horizontal, y en parte tirado ácia otra linea de gravitacion, que le dirige, y lleva ácia el centro de la tierra.

Póngase un palo, colocado à plomo en un plano perfectamente liso, y horizontal: en este caso, el palo quedará recto sin inclinarse à un lado, ni à otro; pero tuérzase un poco, y caerá al suelo con tanta mas facilidad, quanto fuere mayor la inclinacion ácia el suelo, que le sostiene. La razon es clara, porque la linea de gravitacion, que se debe imaginar desde el centro de las masas hasta el suelo, baxa perpendicularmente al Horizonte; pero si encuentra un terreno inclinado, viene à quedar obliqua à este terreno, y debe escurrirse, ò rodar. El cuerpo pesado, que se desliza, ò rueda sobre una pendiente, se halla otro tanto mas sostenido, quanto la linea del terreno está mas inclinada al Horizonte: y se encuentra tanto menos aliviado, ò mas próxîmo à toda su pesa-

sa-

sadez natural, cuánto el Plano sobre que camina, se aleja del Horizonte, y aproxíma à la perpendicular: luego el terreno inclinado es un medio para gobernar las mas vastas, y pesadas masas. Válese, pues de este conocimiento, y experiencia el hombre, y disminuye, y como que arruina diestramente la pesadez de los cuerpos. Sabe cargar una parte de ella à la tierra para tomar à su cargo, ò sobre sí aquello solamente de que puede señorearse. No se han olvidado los Geómetras de calcular esta diminucion de pesadeces, y expresarla por medio de lineas, que la reduzcan à regla. (a).

Pe-

(a) Que una potencia, à quien yo llamo  $P$ , sostenga el cuerpo  $MGF$  de figura ephérica sobre el plano  $SH$ , siguiendo la direccion  $CMP$ , aqui habrá equilibrio, si esta potencia es al peso, como la perpendicular  $FD$  à la perpendicular  $FA$ ; esto es, habrá equilibrio, si la potencia, y el peso son recíprocamente como las perpendiculares  $FA$ ,  $FD$ , tiradas del punto del contacto  $F$  à las direcciones  $CP$ ,  $CE$ .

Yo quiero, que el peso de  $MGF$  prevalezca, si es posible, contra la potencia  $P$ , y que el centro  $C$  baxe à  $g$ , quedando siempre la direccion  $MP$  paralela à sí misma. Del punto  $g$  tirense la  $gN$  paralela à la base  $HO$ : el centro  $C$  en el descenso se habrá aproxímado à la base la cantidad, ò término  $CE$ : y asi, el peso  $MGF$  habrá corrido àcia el centro de la tierra, siguiendo su direccion el valor de la linea  $CE$ , quando el centro  $C$  haya llegado à  $g$ . Del mismo modo si se tira la  $CG$  perpendicular à la direccion  $ep$ , habrá la potencia  $P$  corrido el espacio  $Gg$ , obrando contra el peso, y siguiendo direcciones siempre paralelas à  $CP$ ; porque la potencia  $P$  tiende directamente à alejar el peso de la linea  $GC$  perpendicular à la direccion  $MP$ . Pero supuesto, que

Véase la primera Estampa de las fuerzas motrices. Fig. 1.

Pero sin que hagamos recurso à comparacion de lineas , y de triángulos para determinar la de la potencia , y el peso , la experiencia ha bastado muchas veces para hacerlo conocer , y aún para medir el respeto, y proporcion de las potencias , que se contrabalancéan en un Plano inclinado: nuestros declives , caracóles , y escaleras no son otra cosa , que Planos inclinados , cuya incomodidad se aumenta à proporcion, que están inhiestos , y se acercan al plomo , ò perpendicular. Si se quiere subir una cuba de vino sobre un carro , se forma de este un Plano inclinado , levantando el pértigo. Si se idéa  
trans-

que la potencia  $P$  se vé obligada à ceder en esta hypóthesis, se sigue , que el espacio , que corrió contra su propia direccion , quedará medio , quando el centro llegue à  $g$  por la parte  $gG$  de su direccion  $MP$  , comprendida entre el centro , y la perpendicular  $CG$  , ò por su igual  $CL$  : con que los espacios corridos por la potencia  $P$  , y por el peso  $MGF$  son iguales à las lineas  $CL$  ,  $GE$ .

Es preciso prolongar la direccion  $CMP$  , hasta que sorte el plano inclinado  $SH$  en el punto  $B$ . El triángulo  $gCE$  es semejante al triángulo  $ECN$  ; porque siendo el triángulo rectángulo , le divide la perpendicular  $CE$  en dos triángulos semejantes , teniendo el  $N$  comun, y cada qual un ángulo recto. Como  $FD$  es paraléla à la  $EN$  , el triángulo  $CFD$  es semejante al triángulo  $gCE$  : con que los lados homólogos , que es lo mismo que opuestos à ángulos iguales , son proporcionales: y así ,  $gC$  es à  $CF$  , como  $CE$  à  $FD$ . La hypóthenusa de  $gCE$  es à la hypóthenusa de  $CFD$  , como el lado menor de  $gCE$  es al lado menor de  $CFD$ .

Del mismo modo los dos triángulos  $ACF$  ,  $LgC$  son semejantes , porque el triángulo  $LgC$  es semejante al triángulo  
gu-

transportar un vasto cuerpo, ò un peso enorme, de qualquier terreno inferior à otro mas alto, se executa por medio de un tablado, que formando pendiente úna los dos terrenos; y quánto de mas lejos comienzen los tablones à formar el declive, ò cuesta, otro tan-

gulo  $CFB$ , pues los ángulos en  $L$ , y en  $F$  son rectos, y además de eso los ángulos alternos  $gCL$ ,  $CBF$  son iguales: con que los triángulos  $LgC$ ,  $CFC$  son semejantes. Porque la perpendicular  $FA$  divide el triángulo rectángulo  $CFB$  en otros dos triángulos semejantes éntre sí, y al grande, siendo el triángulo pequeño  $ACF$  semejante al triángulo  $CFB$ , es tambien semejante al triángulo  $LgC$ : con que los lados homólogos de los triángulos  $LgC$ ,  $ACF$  son proporcionales; y así,  $gC$  es à  $CF$ , como  $CL$  à  $FA$ : y como se acaba de probar,  $gC$  es à  $CF$ , como  $CE$  à  $FD$ , por consecuencia  $CE$  es à  $FD$ , como  $CL$  à  $EA$ : ò  $FD$  es  $FA$ , como  $CE$  à  $CL$ ; pero hemos supuesto, que la potencia  $P$  es al peso  $MGF$ , como  $CE$  à  $CL$ : con que la potencia, y el peso son recíprocamente como los espacios, que corren, el uno siguiendo su direccion, y la otra contra ella: luego aquí se encuentra equilibrio, conforme à lo que diximos, hablando de la Palanca.

Si la direccion  $MP$  de la potencia  $P$  es paralela al plano inclinado  $SH$ , el espacio, que correria el peso, siguiendo la direccion de su pesadéz, será asimismo igual à  $CE$ , y el que la potencia  $P$  correria contra su direccion, moderando la caída del peso, será igual à  $gC$ : y estos espacios son éntre sí tambien en este caso como los perpendiculares  $FD$ ,  $FA$ , tiradas del punto del contacto  $F$  à las direcciones  $CE$ , y  $gCMP$ , y por consecuencia la potencia, y el peso son recíprocamente como los espacios corridos: con que hay equilibrio. Porque los espacios  $CE$ ,  $gC$  constituyen con la  $eE$  un triángulo rectángulo  $gCE$  semejante al triángulo  $HSO$ : supuesto que hay equilibrio, si la potencia es al peso como  $CE$  à  $Cg$ , le habrá tambien si la potencia es al peso

Fig. II. de la misma Estampa.

## 186 Espectáculo de la Naturaleza.

tanto será mayor la facilidad de subirla. De aqui se ha concluido, por medio de una Geometría natural, que quanto la potencia corre mas terreno, haciendo subir un cuerpo pesado, tanto mas dominio tiene sobre él, ó que es lo mismo, que una potencia pe-

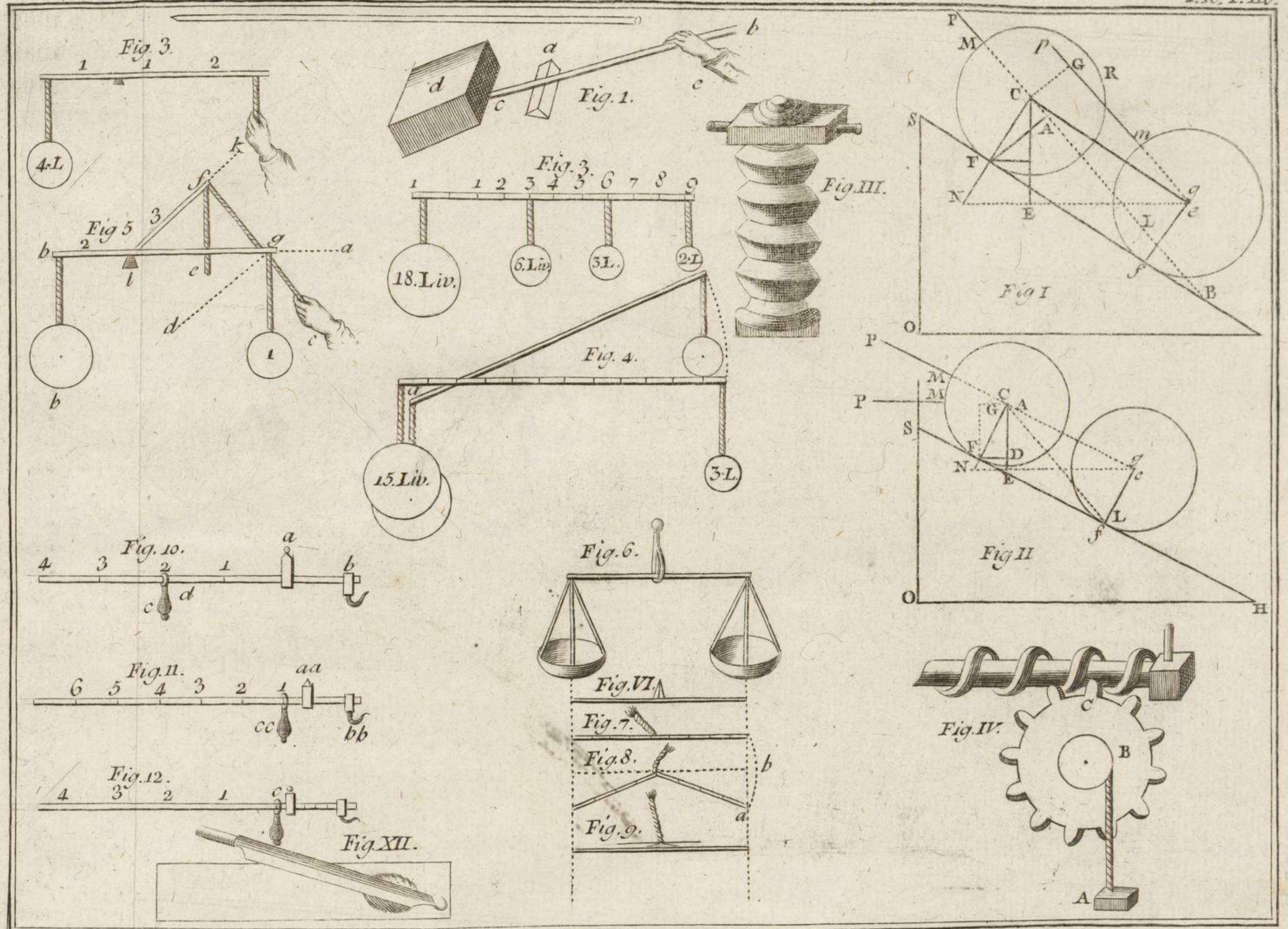
que-

como la altura  $SO$  del plano inclinado à su longitud  $SH$ .

Fig. II.

Si la direccion  $MP$  de la potencia  $P$  es paralela à la base del Plano inclinado, el espacio corrido por el peso  $MGF$ , segun la direccion de su pesadéz, será todavía  $CE$ : y el que la potencia corrió contra su direccion, será igual à  $gE$ , y estos espacios serán como las perpendiculares, tiradas desde  $F$  sobre la direccion  $CE$ , y sobre la direccion  $GMP$ , que en este tercer caso es paralela à  $eE$ , ó à la  $HO$ : con que la potencia, y el peso serán tambien recíprocamente como los espacios  $gE$ ,  $CE$ ; pero estos espacios constituyen un triángulo semejante al triángulo  $HSO$ : luego en el caso de una accion poderosa à la base del plano, la potencia es al peso como la altura  $SO$  à la base de la  $HO$ , y habrá equilibrio. Y esto es lo que sucede en la accion de la cuña. Tales son las pruebas, que nos da la Geometría: las dichas con  $M. Traubaud$ , que trató con una claridad, y cultura perfecta, quanto mira al equilibrio.

Además de esto, se puede tambien observar, que en la primera de estas tres disposiciones, la direccion de la potencia que se acerca mas la perpendicular que el plano inclinado, no saca tanto servicio de este plano, ni tanta facilidad como obtendria si imitáse la inclinacion. Véase bien claro en la tercera disposicion de  $GMP$  (Fig. II.) que la direccion de la potencia se aproxima mas à la base, que el plano inclinado, que la potencia misma tiene contra sí la resistencia del plano, y la de la pesadéz. La disposicion mas favorable es la segunda, en que la direccion de la potencia es paralela al plano, y la fuerza de esta potencia se disminuye respectivamente al peso, como la longitud del plano se aumenta respectivamente à la altura, ó atendida la altura del plano.



Fuerzas motrices

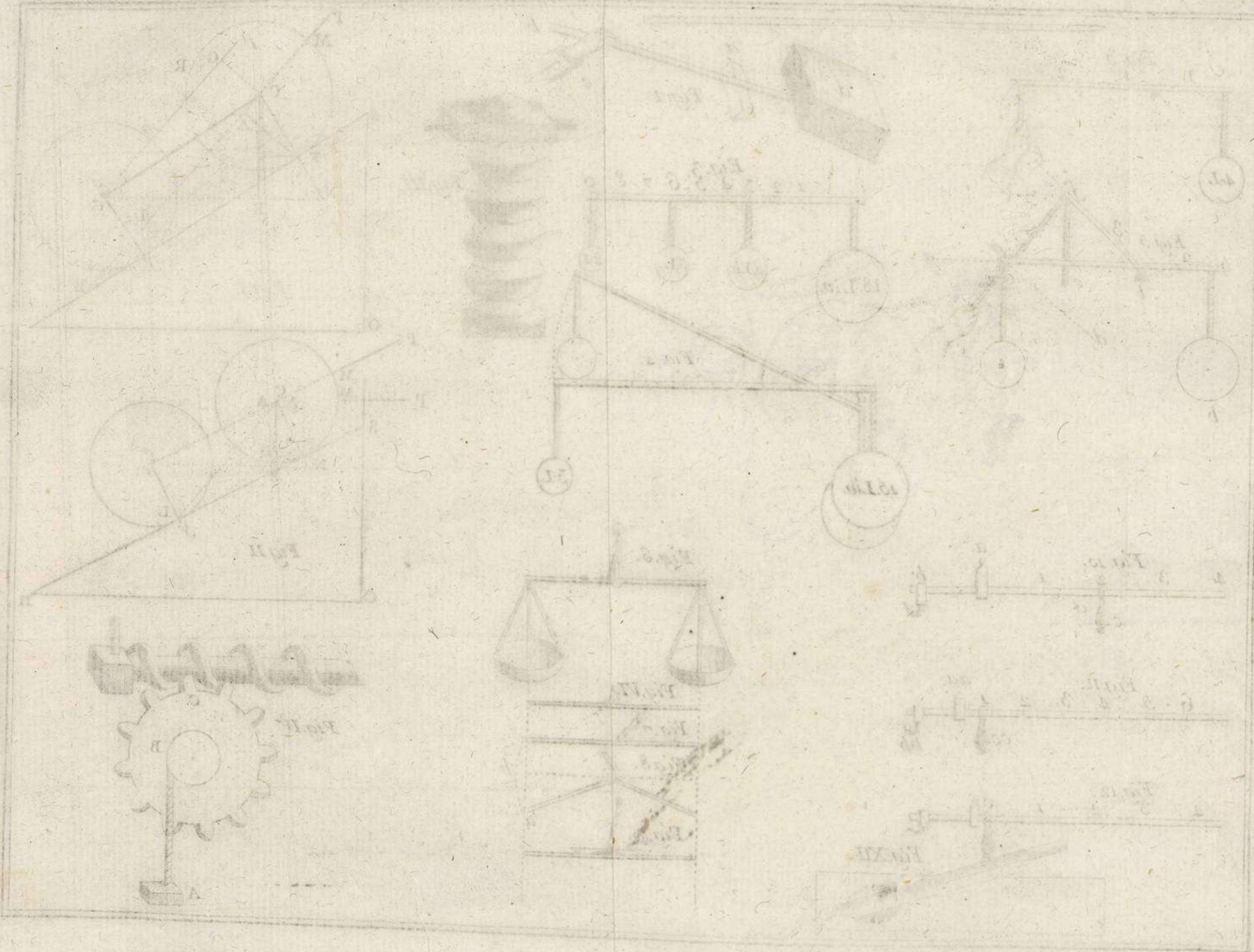
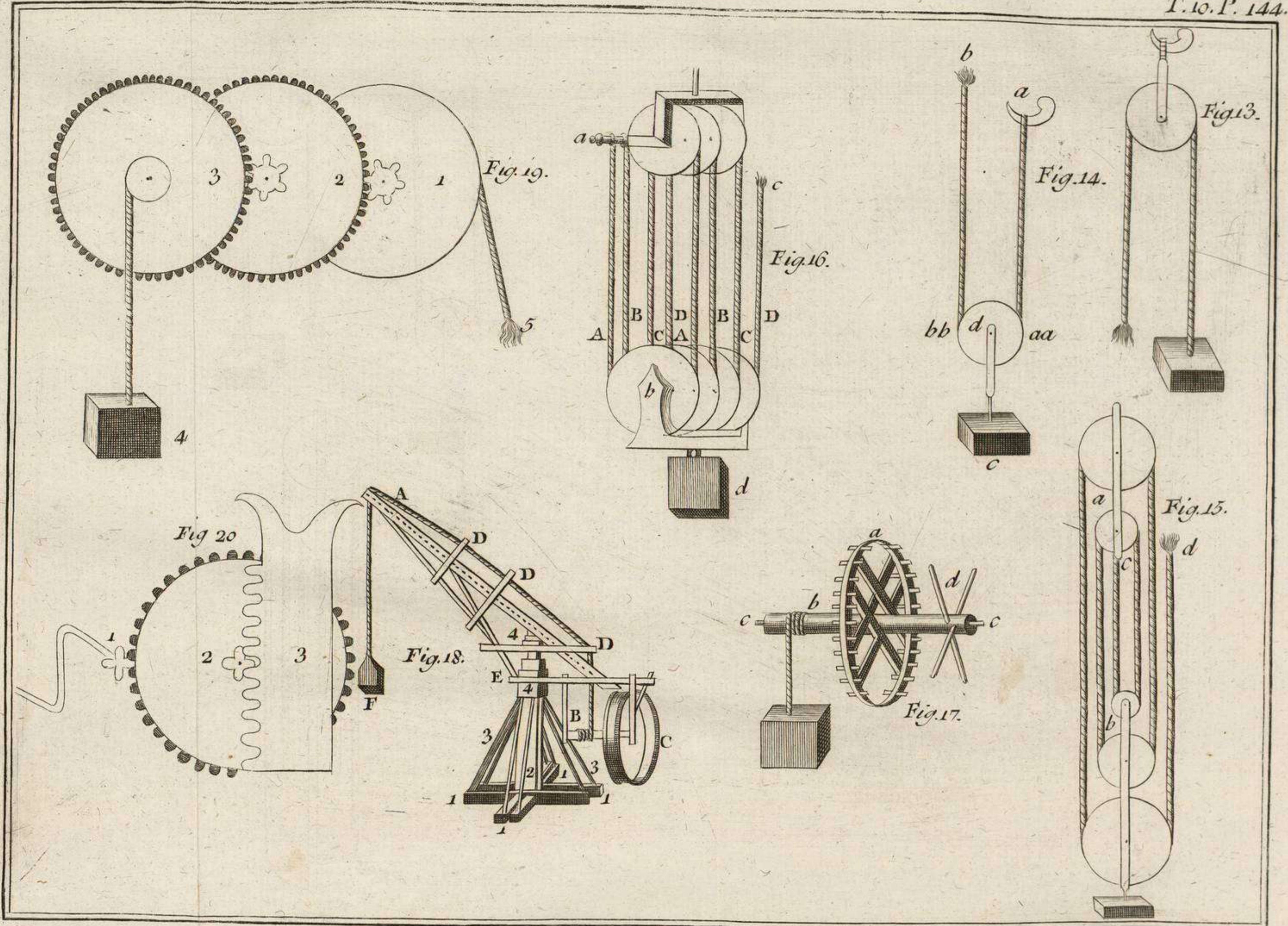
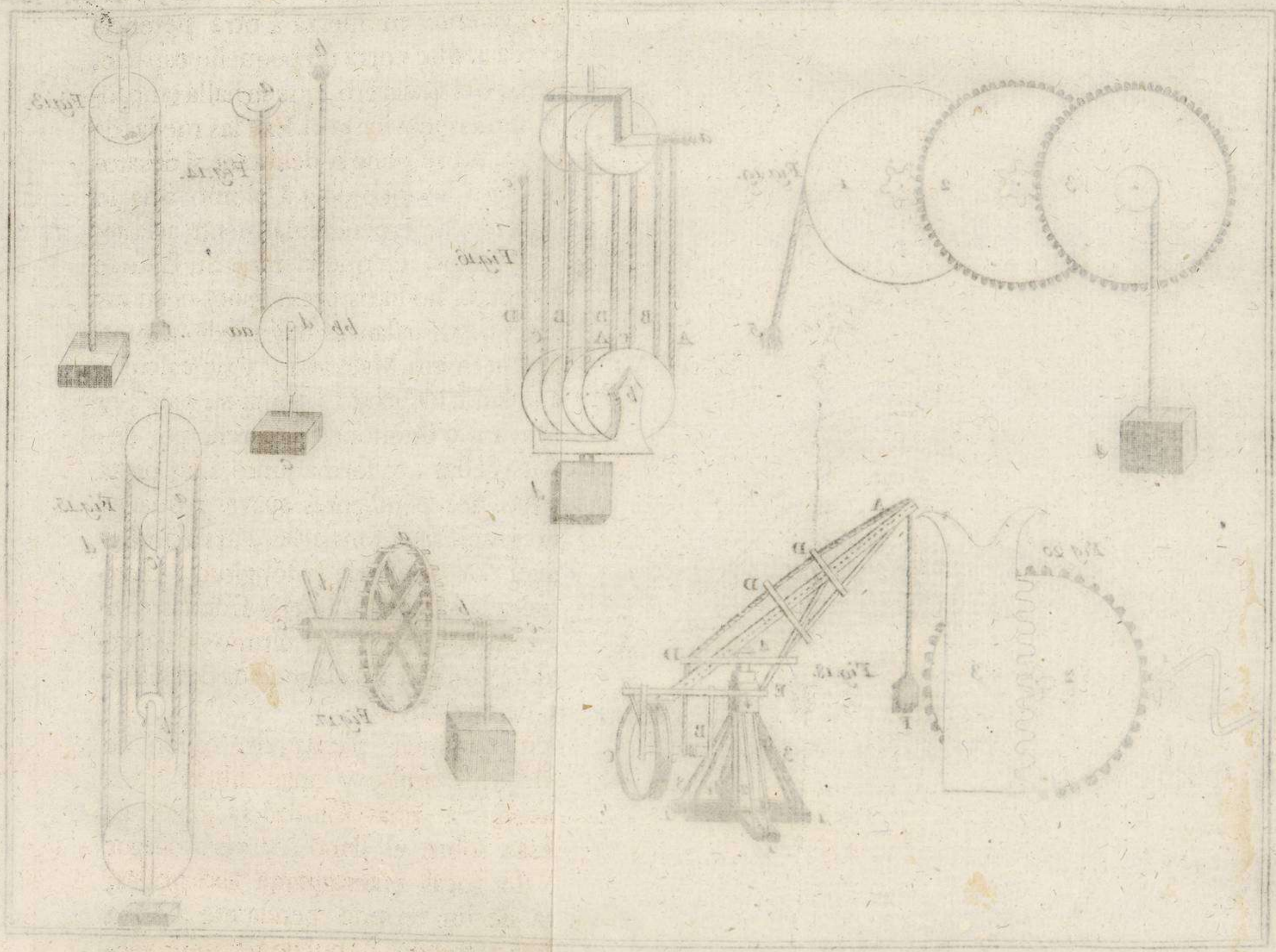


Figura motrix





Las Fuerzas motrices



queña , que atraviesa un espacio grande , puede ser equivalente en fuerza à otra potencia mas poderosa , que corra un pequeño espacio. El Carretero, ò el Galerero, que se halla empan-tanado , y sumergidas hasta el Eje las ruedas de su carruage , no se pone à deliberar si desato-llará su carga , levantándola à plomo ácia lo alto , y sacándola perpédicularmente ácia arriba , del pantáno , en que la mira. Su Gato le serviría de poco , no haría presa , pues ni en sus brazos , ni en sus palancas hay medio alguno que baste : pero sin Maestros , y sin cálculos recurre al plano inclinado ; toma su pala , y hazada , cava , y desmonta el terreno por de-lante de las ruedas , y forma junto à las pinas de las ruedas dos pendientes súaves : cuánto mas lejano empieze à formarlas , aproximán-dose al nivél por medio de la longitud , tánto mas fácil será la salida , y libertad de las rue-das. Un exemplo acabará por último de hacer-nos entender , cómo se fixa la medida de esta fe-licidad , y de este alivio.

Quieren conducir piezas de cañon de el peso de tres mil , y mas libras cada una , subiendo à una Ciudadela , elevada treinta toésas sobre el llano , y cercada por una parte de rocas enteramente escarpadas, y por otra de un terreno pendiente , ò en declíve. Este terreno , ò puede ser muy rec-

to, y arduo; pongo por exemplo, si tiene quarenta, ò quarenta, y cinco toésas de longitud, y treinta de altura; ò puede haber en él un camino, que forme muchos tornos, y recodos, de modo, que llegue à equivaler con sus vueltas à 100, ò 150 toésas; ò se extiende por naturaleza à una amplitud, que le haga suáve, y facilmente accesible, v. gr. de 300 toésas de largo, siempre à solas 30 de altura, ò de 500, ò de 400. En todas estas disposiciones es necesario lo primero saber la distancia horizontal, que hay desde el lugar donde está el cañon, hasta el pié de la Ciudadela; y lo segundo se ha de notar, que hay que subir 30 toésas, ò 108 piés de altura para montar la pieza en su batería. Tres Caballos pueden bastar para llevar el cañon de 3000 libras por la linea horizontal: pero para vencer las 30 toésas de altura, es necesario más, ò ménos esfuerzo, conforme à las varias disposiciones de la inclinacion del terreno. En la primera, que es solo de 40 toésas de longitud, y 30 de altura, será mas conveniente subir el cañon con poléas, è ingenios, que transportarle con Caballos. En la segunda, en que el camino se prolonga en revueltas, ò recodos, será menester añadir otros tres, ò quatro Caballos al número ordinario de ellos, sobre una pendiente de 200  
toé-

toésas , y sobre otro declíve mayor , no habrá necesidad sino de añadir dos Caballos , ò uno solo para subsidio de los regulares. En fin ; sobre un terreno de dos , tres , ò quatro mil toésas , comparadas à las 30 verticales , à donde se quiere montar el cañon , cada elevacion parcial , que es preciso , que los Caballos vayan venciendo poco à poco sobre la linea vertical en cada paso que dan , es tan pequeña , y les cuesta tan poco esfuerzo , que esta inclinacion tan larga no se distingue sensiblemente de la linea horizontal : con que en esta última disposicion , el mismo número de Caballos , que basta para llevar la pieza en el llano horizontal , bastará tambien en el llano , que tiene tan pequeña inclinacion ; y aqui se funda este nuevo principio de Mechànica : *La resistencia se disminuye , respecto de la potencia , como se aumenta la longitud del plano inclinado , respecto de la altura vertical* , ò lo que coincide con el principio de la palanca : que las potencias , que obran sobre un plano inclinado , son recíprocamente éntre sí como los espacios , que corren , la una segun su direccion , y la otra contra la suya.

La misma ventaja se halla , como se halla la misma proporcion , en el uso de la cuña , con la qual se hienden las maderas , ò qualquiera otra materia. La cuña no es otra cosa , sino  
un

un plano inclinado : (\*\*) y los golpes , que la impelen, tampoco son otra cosa sino una fuerza motriz , ò presion muy fuerte. La separacion de los labios , ò lados de la abertura corresponde à la altura vertical , y la insinuacion de la cuña en la madera à la longitud del plano ; y asi , quanto la insinuacion es mayor , y la abertura mas pequeña , ménos resistencia halla el brazo.

El mismo principio es , el que obra en los cuchillos , en los clavos , escarpas , hachas , y en todos aquellos instrumentos , que entran con fuerza , y violencia en lo que se quiere desunir , hacer hastillas , y hender.

Este principio mismo se halla tambien en la máchîna , à que llaman Rosca , (\*\*) que es un plano inclinado , dispuesto al rededor de un cylindro. Es de dos maneras : la rosca interior , ò husillo , que tiene sus espiras de relieve-

La rosca  
Fig. II

(\*\*) Esto es cierto, seguido, no obstante, que D. Vicente Tosca tom. 3. Comp. Math. trat IX. de la Mach. prop. IV. lo niega, pero sin razon eficaz

(\*\*) A la Rosca (V. Tosca. t. 3. trat. IX. de la Mach. prop. 1. y Dic. Cast. L. R.) le dan algunos solamente el nombre de Prensa. Sus piezas principales son dos cylindros , el uno concávo , y se llama *Matriz* , *Rosca hembra* , y mas comunmente *Tuerca* : el otro cylindro , que se llama *Husillo* , ajusta en la tuerca , introduciendose en ella , subiendo , y baxando la tuerca , ajustado uno con otro , por razon de las *Espiras* , ò *Helices* , que tienen. A los huecos de las espiras , se les llama *Huecas* , y à lo que se eleva para formar las huecas , llaman *Relieve* , de modo , que éntre hueca , y hueca hay un relieve , éntre relieve , y relieve una hueca , y el conjunto de huecas , y relieves componen las espiras , ò helices. En algunas prensas hay dos husillos , y en lugar de tuerca baxa una tabla , à que llaman *Vigueta* , y cae sobre otra , en que está lo que se va à prensar , u oprimir , y se llama *Mesilla*. En algunas partes varian un poco , y especialmente à lo que aquí llamamos *Relieve* le llaman muchos *Alto ò Paso* de la hueca.

lieve, y la rosca exterior, que tiene las espiras, ò helices socavadas, para que el relieve de la una entre, y ajuste en las huecas de la otra. En esta máchîna se halla el servicio de la palanca con muchas ventajas. Hácese caminar el cylindro con sus roscas à modo de torno, y à medida, que las espiras caminan obliquamente, y entran en la tuerca, adelanta el husillo algunos puntos de la altura vertical, y levanta lo que halla encima, è impele, y comprime perpédicularmente lo que está debaxo: y quánto estas espiras de tuerca, y husillo están mas cercanas unas de otras, menos es menester, que trabajen, y caminen, no obstante, que no hay instante, en que no adelanten ácia el término, que buscan. Esta es una commodidad semejante à la que se encuentra al arrimar à la cima de un monte, desde donde se descubre un País hermoso, y agradable, con el trabajo solo de subir por un declive, ò cuesta, à quien las vueltas, y recodos hacen insensible, súave, de modo que apenas se diferencie de la linea horizontal. Asi en un declive, como en la rosca, el trabajo, que se experimenta al subir un peso, ò su proprio cuerpo à determinada altura, se aumenta à proporcion, que se disminuye la longitud: lo que se quiere ganar de tiempo, se pierde de fuerza, y el hombre necesita en este asunto más de la fuerza que del tiempo.

Aún.

Aunque las frotaciones sean grandes en el uso de la rosca, à proporción que las superficies, que se tocan, son largas, y se prolongan: esta dificultad, que es como un nuevo aumento de peso, ò de resistencia, se disminuye, y súaviza, quanto es posible: lo primero, con la perfecta conformidad de la altura, y del diámetro de las espiras interiores, y exteriores en toda la extension, que tienen; y lo segundo, por medio de la longitud, que se da à la palanca, que hacen subir, ò baxar la tuerca. La utilidad, y servicio cómodo, que nos franquéa esta Máchîna, se deduce de la comparacion de los espacios corridos por el cylindro, y por la palanca, segun los principios, que ya tenemos insinuados, de que las potencias, prescindiendo de las fuerzas, están en razon inversa de los espacios. El cabo de la palanca, y la potencia, que se le aplica, forman una linea circular, que se puede rectificar, ò reducir à una linea recta, siendo, como es el radio del círculo; y asi, por consequencia será la palanca, ò brazo, y fuerza, que se le aplica, la sexta parte del círculo, que forma un poco ménos. Si el camino, que anda la tuerca con la resistencia en linea perpendicular, es la centésima parte del que anda la palanca, la potencia de una libra, aplicada à la palanca, levantará, ò hará baxar una resistencia

cia



cia el valor de cien libras aplicada al cilindro, ó al husillo. Tal es la medida del auxilio, que se encuentra en esta Máchîna, aunque con mermas, y diminuciones desiguales en las prensas de las Imprentas, en las de paños, y telas, y en todas aquellas prensas menores, en que se baxa la Machîna por medio de una larga palanca, puesta en una rosca muy fuerte, ó en un husillo, por quien baxa la viga sobre el pié de la uva en un Lagar, ó sobre la pasta en un Molino de aceyte.

Diximos, que le podría faltar á este cálculo una exâctitud absoluta en la práctica, no porque ignorémos la proporcion de la linea recta con la linea circular, siguiendo el método de reducir la del círculo á poco mas de tres diámetros, lo qual es suficiente para el uso comun de la vida; sino porque en la mayor parte delas Máchînas, y principalmente en estas, son inevitables las frotaciones desiguales, que nos roban una parte de nuestras esperanzas: Pero no por esto es desgraciado el hombre, ni digno de ser llorado; pues si con una libra de peso no pudiére, aunque lo procure, triumphâr de ciento, conseguirá la victoria de ochenta: y su trabajo es todavia mas estimable en este caso, quando ya ha previsto, y conocido el desfalque, pues él procurará compensarle.

La Rosca se sujeta al inconveniente de no servir sino baxando, ó subiendo la tuerca; y teniendo el husillo poca altura, no puede subir muy alta la carga, ni obrar muy lejos. Una especie de Rosca se ha encontrado mas cómoda para muchos casos, y se ha aumentado este beneficio de modo, que llega á parecer un prodigio, quando se le junta, ó añade el rodaxe, y entónces se llama perpetua. (\*\*)

Rosca perpe-  
tua.

Fig. IV.

En la Rosca, que hémos dicho, una vuelta entera de la cigüeña, ó manubrio hace, que adelante la tuerca lo que hay de una espira á otra, y cuánto estén mas vecinas las espiras, tanto el servicio es mayor, y el uso mas facil, á causa de la superioridad del espacio corrido por la palanca, ó fuerza moviente respecto del término, que anda la tuerca. En la Rosca, á que llaman perpetua, (\*\*), y que consta de un cilindro, y una rueda, el cilindro dá vueltas sin mas movimiento; esto es, sin pasar adelante, ni volver atrás; pero la rueda, cuyo Plano es paralelo á este cilindro, ó cuyo Exe es perpendicular al Exe de la Rosca, presenta sus puntos, ó dientes á las espiras del cilindro, y dando las espiras vueltas con él, impelen los dientes, que se entran, y encaxan en sus intermedios, ó hue-

(\*\*) Ya queda notado arriba la diferencia, que en esto hay.

(\*\*) O compuesta. Véase Tosca lugar cit. prop. IV.

huecas, entrando, y saliendo con una revolucion perpetua.

La primera ventaja de esta Máchina consiste en la comparacion del espacio corrido por la cigueña, mas, ó menos larga, y el espacio, que separa una espira de otra. La segunda ventaja se saca de la comparacion del radio de la rueda con el radio del tympano, ó rótula B, que trae la rueda consigo, y de que cuelga el peso A. La suma de todo esto es fácil de calcular. Supongamos, que el interválo éntre dos espiras es como 1, y la circunferencia de una vuelta de la cigueña es como 100: supongamos tambien, que el radio de la rótula sea como 1, y el radio de la rueda punteada como 5; esto es, 5 veces mayor, que el de la rodaja, ó rótula. Multiplíquese el radio de la rótula por el interválo que hay éntre las dos espiras. Multiplíquese tambien el radio de la rueda por la circunferencia, que la cigueña describe en una vuelta, que dé, y la proporcion éntre la potencia, y el peso, será como la que hay éntre estos dos productos: porque si la potencia, por exemplo, su mano de V. m. estuviera inmediatamente aplicada al punto C de la rueda, (Fig. IV) la accion de la mano sería al peso A: como el radio de la rótula al radio de la rueda. Si el radio de la rótula es la quinta parte del radio de la rueda, basta, que la

Bb 2

fuer-

uerza, que pone la mano, aplicada á la circunferencia de la rueda sobre el diente, punto C, sea la quinta parte de la pesadez del cuerpo A. Pero si en lugar de vencer la resistencia por medio de la aplicacion de la mano en C, se hacen obrar en el mismo lugar B las espiras de una Rosca perpetua, se adquiere una fuerza muy superior á la precedente. La fuerza, que V. m. pone al presente con su mano, es á la resistencia, que experimenta en C, como el interválo, que separa dos pasos del cordon espiral, ó dos espiras, (\*) es á la circunferencia, que describe la mano, aplicada á la empuñadura de la cigüeña. Si el interválo, que hay éntre las dos espiras, es solo la centésima parte de la circunferencia descrita, bastará, que la mano ponga una fuerza, que sea la centésima parte de la resistencia, que se experimenta en C, porque la resistencia es, segun hémos visto, solamente la quinta parte de la pesadez del cuerpo A: con que basta, que la fuerza, que pone la mano, sea la centésima parte del quinto del peso A, ó que esta fuerza sea al peso como una libra á 500. Porque estos

(\*) Es cosa indiferente, que la potencia tire, y haga fuerza contra un plano inclinado, ó que el plano inclinado impela la potencia. Todas las acciones parciales de los puntos de una espira contra el punto, ó diente, que se le presenta, son perpendiculares á la altura del Plano inclinado, y paralelas á la base, porque ya vimos en la nota del Plano inclinado, que quando la direccion de la potencia, como GMP, era paralela á la base, era la potencia al peso, como la altura á la base: y aqui la vuelta del cylindro es la base, y el interválo de una espira á otra expresa la altura del plano.

números son el uno el producto del radio 1, que es el radio de la rótula, multiplicado por el espacio éntre dos espiras, expresado tambien por 1, y el otro el producto del radio 5, que es el radio de la rueda, multiplicado por la circunferencia 100: término, que corre la cigüeña, comparado al interválo de las dos espiras, uno por uno dá uno; cinco por ciento dan quinientos: con que la potencia es al peso como el producto del radio del tympano, ó rótula, y del interválo de las dos espiras, al producto del radio de la rueda, y de la circunferencia descrita por la cigüeña de la Rosca. Esta segunda ventaja de la Rosca se puede aumentar sin término con la multiplicacion de las ruedas, con prolongar la cigüeña, y con todas las proporciones favorables.

La tercera ventaja de esta Máchîna es poder extender su accion á largas, y dilatadas distancias. Las ruedas, que acompañan á la Rosca perpetua, tienen su exe, y su rótula, ó rodaja, al rededor de la qual se puede arrollar un cordél, ó maroma, que levantará el fardo mas enorme, y le sacará de donde quiera que esté.

La Rosca perpetua, que vemos tan á propósito para el manejo de los pesos mas excesivos, que se necesitan transportar, ó mudar de una á otra parte, no es menos apta pa-

para moderar la caída, ó descenso de otros. Esta idéa la encontramos en los ingenios, ó asadores comunes, cuyo mérito principal, despues de preparar succesivamente al fuego con una detencion uniforme todos los lados de qualquier pieza de carne, está en prolongar el servicio de un cuerpo pesado con la dilacion de su descenso. Este peso, ó cuerpo pesado imita la lentitud de la primera rueda, que accelera el movimiento de la segunda, porque ésta dá otras tantas vueltas, como dá el piñón, corriendo todos los dientes de la primera. De este modo se aumenta la velocidad de rueda en rueda por el encaxe de otros tantos piñones, como ruedas. Toda la furia de esta aceleracion se descarga sobre una Rosca perpetua, que la modéra, y aún embota, y suspende su misma velocidad por medio de dos, ó quatro brazos grandes de hierro puestos en el cylindro de la Rosca, y que resisten al movimiento del mismo cylindro á proporcion de su longitud, y de la masa de plomo, que hay en sus cabos, ó de los volantes, que se les pueden poner con una superfici e grande, para que encuentren mayor volumen de ayre, con que tropezar, y que vencer.

La Rosca, ó el Plano inclinado, que se re-tuerce, ó ensortija sobre un cylindro, ha tomado, además de esto, multitud de figuras de grande uso, y conveniencia en las necesidades de

de la vida. Si el cabo del Cylindro está aguzado, ó es puntiagudo, viene la Rosca, á ser un tirabuzon, ó un saca-fondo (\*\*) para las cubas; pero por poco que este instrumento se ensanche, hace saltar las tablas, y lo pone todo en desorden, como una cuña de mal uso, y fuera de todo propósito. Además de esto, se han llegado á hacer las espiras de semejantes instrumentos, ó Planos, afiladas, y cortantes, socavándolas, y disponiendo las huecas ácia la extremidad, de suerte, que las partes de la madera, cuyo lugar ocupa el instrumento, van dando paso al cuerpo de la Rosca, y saliendo por la concavidad de las espiras, sin causar mas resistencia: tal es la disposicion de los barrenos, barrenillas, y taladros: y aqui se halla del mismo modo la proporcion inversa de las potencias á los espacios corridos; de suerte, que la fuerza de las manos, que barrenan, ó taladran una madera muy sólida, solo tienen la necesidad de ser á la resistencia, ó materia, que se agujeréa, como es el progreso de la Rosca en la madera á la longitud del brazo de la barrena, ó taladro.

Es-

(\*\*) El *Saca-fondo* es un instrumento de hierro, que usan los Toneleros, ó que fabrican tonéles, y cubas para sentar la última duela del tonél, y ponerla en su lugar. La empuñadura es un círculo, ó anillo, y la punta en forma de barrena, y algunos le dán este nombre. Veanse el Dic. de las Cienc. Sob. y Ordin. pal. *Tire-fond.* El Italiano traduce *Foratio*, que es lo mismo que Barreno, véase la Trad. y los Dic. de Anton. y la Crusc. En Hespaña no parece, que está en uso este instrumento, á lo ménos en muchas partes, en que se hacen cubas.

Esta misma proporcion de fuerzas á los espacios corridos se vuelve á encontrar tambien en el balancéo de los licores. MM. Pascal, Mariotte, y Belidor, han ilustrado con el mayor cuidado, y felicidad los principios de la Estática dándonos las reglas del consumo de agua, que se puede hacer en quantas cosas la pueda emplear la necesidad del hombre. Pero esta parte de las Matemáticas, en que se han hecho grandes progresos, todavia está sujeta en muchos puntos á varias contestaciones, y dudas. Cada dia se descubren en ella nuevas causas de rezelar, y poner el mas exácto cuidado para evitar el error, y los mas inteligentes en esta materia tienen la prudencia de no arriesgar grandes intentos, é idéas, sino es despues de asegurar el logro en pruebas reiteradas.

A los exemplos precedentes, en que vé V. m. suficientemente, qué especie de sabiduría, y conocimiento pone al Hombre en posesion de su dominio, no añadiré para total cumplimiento de mi promesa, sino una cosa sola: esta es la penetracion, con que los ópticos han observado los caminos de la Luz en sus diferentes descensos, y arreglado, en consecuencia de este conocimiento, los instrumentos, que aumentan para nuestro uso, multitud, y variedad de servicios, y ventajas.





# LA OPTICA.

## CONVERSACION QUARTA.

Comenzémos por el método de los Opticos, y pasaremos despues á los provechos, que se sacan de él. Al caer la Luz sobre superficies, que le son impenetrables, y al llegar á encontrarse con cuerpos, que le franquéan el paso, experimenta diversidad de accidentes. Los cuerpos opacos la rechazan á lo ménos en parte, y los cuerpos diáphânos no la dexan pasar sino encorvando la linea, que seguia: estos recodos, y dobleces, que padece, ó recibe la Luz, yá sea al torcerse en los cuerpos transparentes, ó yá sea reflexando en los opacos, son otros tantos ángulos. Todo el acierto, que nos comunica la Optica acerca de los efectos de la luz, y sus mutaciones, depende absolutamente del conocimiento de los ángulos, que forman los rayos de luz con las inflexiones, que padece. Snellio, y Descartes son los que mejor han determinado el justo valor de estos ángulos, inscribiéndolos en sus círculos para juzgar de un ángulo no conocido con la ayuda de su arco, de senos,

y de otras líneas ya conocidas; pero principalmente, para establecer en todas circunstancias, y casos una diferencia constante, y asignable éntre el ángulo de incidencia, y el ángulo de refraccion. Colocando un ángulo dentro de un círculo, se puede, para conocerle, y compararle con otro, emplear el conocimiento del radio, el de su seno, el de la tangente, ó el de la secante. O si no, nos podrémos contentar con la consideracion de las líneas, que forman los radios, y las superficies, para tomar triángulos semejantes, cuyos lados correspondientes se pongan en proporcion. De suerte, que el conocimiento de muchos lados, ó de muchos ángulos ayuda á conocer el lado, ó ángulo no conocido. Y yá sea que se use de los triángulos semejantes, ó que se empléen los socorros de los senos, y otras líneas subsidiarias, se procede casi siempre por medio de la regla de tres, ó de proporcion, que es de un uso tan extenso, no solamente en la Optica, sino en todas las aplicaciones, que se pueden hacer de medidas, y fuerzas movientes; de modo, que podemos mirar esta regla de proporcion, como uno de los mas perfectos instrumentos de la sabiduría del hombre.

La proporcion es el conjunto de muchas razones comparadas, ó la semejanza de las razones. La relacion, ó respecto de una línea á

á otra, ó de un número á otro es lo que se llama razon. La razon de 6 á 12, es ser 6 la mitad de 12. La razon de una linea de 6 pulgadas á otra linea de 18, es caber, ó hallarse tres veces comprehendida en este número. En la razon de 6 á 18, el primer término 6 es el antecedente de la razon; y el término segundo 18 es el conseqüente.

No solamente se compara un antecedente con un conseqüente, sino que la razon, ó el respecto del uno al otro se compara tambien con no poca utilidad con el respecto, ó relacion de otros dos términos, que se consideran, y de que se trata; de los quales el uno es el segundo antecedente, y el otro el segundo conseqüente. Por exemplo: 2 es la mitad de 4, como 3 la mitad de 6: y 1 es á 3, como 6 á 18. Aqui el primer antecedente es 1, su conseqüente es 3, el segundo antecedente es 6, y su conseqüente 18.

La comparacion, que se hace de la razon, que hay éntre dos términos, con la razon que hay éntre otros dos, es, segun esto, la que se llama proporcion: y esta comparacion comunmente está compuesta de quatro términos diferentes, que son los dos extremos, y los dos medios: en la proporcion dicha 1 es á 3, como 6 á 18: 1, y 18 son los extremos, y 3, y 6 son los medios.

Muchas veces subsiste tambien la proporcion éntre tres términos solamente, porque el conseqüente de la primera razon puede ser repetido, y venir á ser antecedente de la segunda: y entónces se llama medio proporcional: v. g. como 2 á 4, 4 á 8. El término 4 es medio proporcional, y se halla repetido, porque 2 es la mitad de 4, como 4 la mitad de 8. 1 es á 11, como 11 á 121; porque como la unidad, repetida 11 veces, es 11, ó como la unidad se halla 11 veces en 11, así 11 se halla 11 veces en 121, ú 11, repetido 11, veces, son 121: once, pues, es aqui el medio proporcional, por entrar, quando corresponde, dos veces en las dos razones, éntre quienes se hace la comparacion.

Propiedad de  
la proporcion.

La proporcion se puede ordenar de muchos modos, que comprehenden todas las aplicaciones, que es dable hacer, y el fruto, que se puede sacar de ella: Considerémos solamente la propiedad mas importante de la proporcion, y su práctica mas comun. La propiedad singular de la proporcion consiste en que el producto de los extremos, multiplicados uno por otro, es igual al producto de los medios, multiplicados tambien uno por otro: y quando hay solos tres términos multiplicado el medio por sí mismo, es tambien el número que sale, igual á la multiplicacion mutua de los extremos. En esta proporcion, 2 es á 4, como 3 á 6, los extremos

2, y 6 uno por otro son 12, y los medios 4, y 3, multiplicados uno por otro, dan el mismo número 12: porque lo mismo es multiplicar 2 por el duplo de 3, que multiplicar 3 por el duplo de 2: lo mismo, si se dice 2, es á 4, como 4 á 8: se halla, que 2, término primero, multiplicado por 8, que es el otro extremo, produce el mismo número 16, que 4, medio proporcional, multiplicado por sí mismo: porque una cosa misma es doblar el duplo de 4, que quadruplicar el duplo de 2.

Uso de esta propiedad.

Siendo, como es, siempre invariable, y siempre constante esta igualdad de productos de los extremos, con el producto de los medios, nos franquèa la grande utilidad de que juntos ya, y conocidos los tres términos primeros de una proporcion, obligan al quarto, aunque no conocido, á descubrirse. Si tres Obreros me consumièron este año 80 fanegas de trigo, ¿quánto consumirán 12 trabajadores otro año? 3 es á 80, como 12 á otro quarto término, que se busca; yo le debo, pues, hallar: porque habiendo multiplicado los dos medios, el uno por el otro, esto es, 12, y 80, hallo 960; y como el producto de los medios es el mismo, que el de 3, multiplicado por el número, que debe salir, ó venir por quarto término, del mismo modo que 80 se halla 12 veces, ó 12

ve-

veces 80, en 960; será necesario, que el número de veces, que yo hallare á 3 en este producto, sea el término quarto que busco; lo qual es indubitable, si este quarto término, multiplicado por tres, primer extremo, da el mismo producto, que los medios. Busco, pues, cuántas veces entra el 3 en 960, y hallo que 320: porque 320, multiplicados por 3, dan los 960: con que 320 es el quarto término no conocido, que se buscaba, y que salió ya de su obscuridad, y tinieblas.

Esta operacion, que es la misma en la comparacion de los números de las magnitudes, y de las fuerzas, se llama, como V. m. sabe, regla de oro, por el aprecio, que siempre se hizo de ella, y de los frutos, y riquezas de sus producciones. Quando hay muchas proporciones, que hacer, se puede abreviar la operacion, ó el signo, escribiéndolas de esta suerte:  $1, 3 :: 6, 18.$   $3, 80 :: 12, 320.$  Y quando se emplea un medio proporcional, se escribe asi:  $\div :: 25, 50, 100,$  en lugar de  $25, 50 :: 50, 100.$  (\*\*)

Veamos ya el modo, con que ponen los Opticos en obra la proporcion para asegurar sus operaciones. No usaremos sino solo de dos exemplos, ó proporciones: la una,  
por

(\*\*) De modo, que los quatro puntós :: es lo mismo que decir como: esto es, por exemplo, 1 á 3, como 6 á 13, &c.

por cuyo medio enseñan los Opticos à determinar toda especie de alturas con la ayuda de un espejo: (\*\*) y la otra, con que nos explican; por qué los cuerpos, que se mueven rapidísimamente, parece, que están en quietud, y sin el menor movimiento.

1.º Suponiendo la igualdad del ángulo de reflexiõn con el ángulo de incidencia, (\*) establecen los Opticos una regla muy inteligible, y simple para determinar prontamente la altura de un Campanario, ó la copa de un árbol, con la inspeccion sola de un espejo. Tómese, dicen, un espejo de faldriquera; y póngase en el suelo en la parte en que se empezáre á ver la cumbre de la Torre, ò Cruz, cuya elevacion se busca; y quando, adelantando, ó atrasando la luna del espejo, se ve ya el punto de la altura, en que está el gallo, ò veleta, dexese puesto horizontalmente el espejo, ó echado sobre la tierra, y tómese la distancia, que hay éntre los piés de quien mira, y el espejo, y despues la que hay desde el espejo hasta el pié de la Torre. Concibanse ó tirense tres lineas perpéndiceles, y separadas con otras tantas pequeñas partes proporcionales, como se hubiésen hallado piés en estas dos distancias. Lo 1.º una linea, à quien llamaremos  $h$ ,

Medir una altura con solo el auxilio de un espejo.

Fig. 1. de la Optica.

(\*\*) O vaso de agua, &c.

(\*) Véase el Espectáculo de la Naturaleza, tom. 4. conv. 8.

h, que será la altura del Espectador, ó Medidor. 2.º La perpendicular P al punto de incidencia. 3.º La altura indefinida de la Torre H: todas tres son paralelas. De la altura del Espectador h tírese una línea á la incidencia P. Este es el rayo reflexo. Tírese otra línea debajo del mismo ángulo desde P hasta tal punto indefinido H, á que pueda llegar, cortando la GH. Este será el rayo de incidencia, porque el rayo incidente H P hace con la línea H, y con la perpendicular P dos ángulos iguales, pues son alternos éntre paralelas. Lo mismo executa tambien en su reflexión éntre la perpendicular P, y la altura del Espectador h: el ángulo G en el triángulo grande es recto; y en el pequeño lo es el ángulo d, siendo cada uno de 90 grados: por otra parte, por ser los ángulos H, y h iguales de una, y otra parte, es necesario, que cada triángulo complete su igualdad á dos ángulos rectos, con la igualdad de los dos ángulos, que quedan al un lado, y al otro de P: luego el triángulo grande, y el pequeño son semejantes, con que se pueden comparar los lados; y los correspondientes se hallarán proporcionales. De la vista del Espectador h al Horizonte d contamos cinco piès. De la línea, que forma el Espectador á la incidencia P, contamos la pequeña distancia de dos piès. Supongamos, (aunque la figura es mas pequeña, que lo que pedia una medida exâcta) que desde el punto de incidencia en don-



donde se ve el gallo, ò veleta, en el punto P, se han hallado 70 piés hasta, el de la Torre: poniendo pues en proporcion estos tres términos primeros, debemos hallar el quarto, que nos dará la altura buscada.

Dirémos, pues, como dos piés, pequeña distancia, son à cinco piés de altura desde el Horizonte à la vista, asi 70 piés, distancia mayor, à un quarto término, aún no conocido de la altura de la Torre. Multipliquense los medios 5 y 70 uno por otro, y el producto será 350. En este término, ¿quántas veces se contiene el 2? Partidos los 350 por él, se hallará, que 175 veces: con el qual número multiplicando el 2, salen los 350 mismos: con que 157 será el un extremo, que multiplicado por el primero, que es 2, da lo mismo, que los dos medios 5, y 70; esto es, dan una, y otra multiplicacion 350. Tenemos, pues, ya el quarto término de la proporcion, y el gallo, ò veleta de la pyrámide está infaliblemente à 175 piés de la tierra. De este modo, sin otro preparativo, que el de un espejo comun, y de una figura hecha en la arena, se pueden de un instante à otro determinar todas las alturas, cuyo pié, ò cimiento sea accesible. (\*\*)

2.º Añadamos à este el otro exemplo de la certidumbre, que acompaña las operaciones

*Tom. X.* nes

(\*\*). Pues ordenados los términos multiplicando el segundo por el tercero, y partiéndole por el primero, tenemos el quarto término, que se busca.

Dd

¿Porqué quando los cuerpos caminan muy veloces parece, que no se mueven?

nes de la Optica. Un cuerpo, dicen los Opticos, aparece en quietud de segundo en segundo de tiempo, con que rueda en nuestro círculo con alguna velocidad, si el espacio, que corre en un segundo, no es à la distancia, en que se halla respecto de nosotros, sino como una tangente imperceptible, comparada con el seno total.

Fig. 2.

Sea el radio, que es lo mismo que el seno total R; la tangente T; la secante, que la termina S. El espacio corrido por un cuerpo puesto en movimiento, es à la distancia de este cuerpo à la vista, como la tangente es el radio, ò seno total; porque estando el radio supuesto de diez millones de partes iguales, y supuesta tambien, como lo está, la tangente, corrida en un segundo, de 727 partes solamente, esta tangente es un espacio insensible; y la secante en este caso aún no se ha separado, ni se distingue del radio para la vista: con que el cuerpo que ha corrido, aunque velozmente, está tangente, no parece, que ha mudado lugar de un segundo à otro, y siempre se representa en quietud. La mutacion de lugar, que hace un cuerpo, no se hace sensible, sino por la abertura del ángulo, mayor que la medida, que acabamos de decir: por exemplo: se perceberá este movimiento, y mutacion de lugar, quando la secante, que le conduce, haya llegado à V.

La

La Astronomía (\*) prueba la verdad de esta proporción, y determina, y fixa la abertura, que es preciso dar al ángulo, para hacerle sensible. Corriendo un Astro en 24 horas los 360 grados de su revolución diaria, corre 15 segundos de grado en un segundo de tiempo: y como este espacio, aunque muy grande en sí mismo, viene à ser para nosotros imperceptible, y lo mismo que si no fuera, comparado con la distancia, que hay de nosotros al Astro, es como una tangente de 727 partes, comparada à un radio, ò seno total de diez millones. Tal es por el cálculo, el respeto, que se halla éntre el espacio corrido, de un segundo à otro por un Astro, y la distancia de este Astro: pues segun consta por la experiencia, y por el hecho, este espacio es insensible, y no corriendo el Astro de un segundo à otro sino 15 segundos de grado, parece, que siempre está quieto. Esto mismo sucede en todo cuerpo movido, en cuyo movimiento se encuentra esta misma proporción. Si el espacio corrido no es à la distancia de la vista, sino como 727 à diez millones, la razón es la misma, que la que hay de 1 à 1375; esto es, por decirlo así, un punto insensible en la presencia de un cuerpo enorme: luego un movimiento, que se da con se-

(\*) P. Regnault Entr. Mathem.

mejantes circunstancias, no es perceptible de manera alguna.

Tal es el modo, y de esta especie es el trabajo, que han tomado los Opticos para justificar, lo que han adelantado en sus afanes. Las demostraciones se hallan en las Obras de Dechales, de Molineux, de Muschembroeck, y del P. Regnault, &c. Pero, al modo, que usando estos sabios Matemáticos de las proporciones, que se hallan éntre los diversos senos secantes, y tangentes, supusieron las Tablas de todo esto ya compuestas, sin tomar por sí este trabajo; podrémos nosotros tambien sin riesgo descargar sobre ellos todos los cálculos, y aprovecharnos de lo mas agradable, que nos prepararon con su trabajo; esto es, de las verdades mas deliciosas, y de los instrumentos mas útiles.

La Luz es el objeto de la Optica. Su presencia la conocemos confusamente, quando entran en nuestros ojos algunos rayos como arrojados por la casualidad, y sin orden, ni colocacion alguna; pero vemos una figura distinta, quando estos rayos de Luz se introducen en nuestra vista ordenadamente, colocando la extremidad de los hilitos, que los componen, con el mismo orden, que tienen en sí los puntos, que el cuerpo luminoso, de donde parten, ò los puntos del cuerpo opaco, de don-

donde reflexionan. En los asertos siguientes iremos viendo el modo, con que esto pesa.

1 Los cuerpos luminosos, así como los cuerpos sonoros, obran circularmente, produciendo su acción en la Esphêra, que los rodea, y las superficies, que encuentra la Luz, la hacen reflectir, como reflecte también el sonido.

2 La Luz, como el sonido, desde qualquiera parte que la arrojen, ò impelan, obra en línea recta

Progreso de la Luz.

3 Esta es la causa, por que las líneas, que corren el Sonido, y la Luz son rectas sin torcerse, ni encaminarse à lado alguno. No obstante que tengamos una absoluta, y total seguridad de que la Luz, y el Sonido doblen su derrota, y tomen nuevo rumbo, oponiéndoles ésta, ò la otra superficie; siempre será preciso, que el camino, que hagan sea recto, y conducirán à tal, ò tal punto el eco, ò la Luz.

4 Este es el principal fundamento de la Optica, y de la Acóstica, ò Ciencia perteneciente al Sonido, y à su percepcion.

5 Si la bocina (\*\*\*) de un Cazador suena al lado de acá de un monte se oye en el valle, que está de la otra parte del monte mismo; si con un viento vehemente llegamos à oír el toque de una campana, que ántes se percibia con dificultad desde el mismo parage, es por-

(\*\*) O corneta, ò trompetilla.

## 214 *Espectáculo de la Naturaleza.*

porque las líneas del sonido de la bocina, ò campana se doblaron, encontrado en el camino, que seguian, alguna madera, pared, peñasco, ò ayre mas espeso; y aún solas una, ò dos hojas de un árbol, opuestas obliquamente bastan, para que doblándose la línea, que traía el sonido, llegue de dobléz en dobléz à los oídos, à que no la encaminaba su primera direccion. El ayre espesado, y compacto por razon del viento, llega à ser una superficie capaz de rechazar, è impeler obliquamente, y aún à multiplicar las líneas del sonido, dirigiéndolas à donde no serían sensibles de otro modo, por razon de la debilidad, y dispersion, con que llegarán; y aún acaso no llegarían de modo alguno. Por la misma causa, si un rayo de Luz, que corta el ayre éntre multitud de nubes, ò que atraviesa un aposento obscuro, se percibe desde el lado, es, porque estos espacios están llenos de vapores, ò de cuerpecillos, y átomos, bastantemente macizos para reflectir lateralmente algunas partículas de aquel rayo luminoso, el qual no era para nosotros, ni se dirigia à nuestra vista; pero aquella ligera reflexión nos instruye de su pasage, y nos dice su camino.

6 Todas estas líneas, y rayos de Luz son densas, muy unidas, y fuertes en su principio, y su accion es eficaz, conforme à su densidad; pero à proporcion que alargan sus jornadas, y es ampla la esphêra, à que se extienden,  
se

se enralecen, y esparcen enflaqueciéndose su acción, y su eficacia, según la divergencia, que padecen.

7 La regla de la diminución de la Luz es esta: *La luz se disminuye, según la razón inversa del quadrado de la distancia.* Hagamos clara esta regla, en quanto sea factible. Si tomamos un Globo, y le dividimos en dos mitades, tendrémos en cada una de las partes la superficie, ò el plano del Círculo mayor de este Globo. Tómese en esta superficie una porción comprendida éntre dos radios, y un arco: Fig. 3. córtese este Sector con un radio, dividido en tres partes iguales, para formar por ellas otros tantos arcos. Este Sector, y consiguientemente toda la superficie del Círculo máxîmo se aumentará como el quadrado del radio. En a, el quadrado del radio de un pié, multiplicado por 1, es 1. En b, el quadrado de 2, multiplicado por 2, es 4. En c, el quadrado de 3, multiplicado por 3, es 9; y si fuese mayor, el radio de 4, daría 16, el de 5, 25, y así en adelante. Así, pues, la diminución de la Luz es inversa del quadrado de la distancia; y si habiendo medido la distancia del agujero de una Cámara obscura à la pared, que le haga frente, se pone delante del agujero mismo de la Cámara una vela encendida dentro de una caja se verá, que la Luz recibida sobre un carton, à un pié del agujero, es muy fuerte; que

## 216 *Espectáculo de la Naturaleza.*

que à dos piés del mismo agujero disminuye no solo la mitad, sino el quádruplo teniendo 2, por quadrado à 4, y asi en adelante: de suerte, que las diminuciones son como los quadrados de los aumentos, que va tomando la distancia; de modo, que en donde el quadro del radio es 4, la Luz es quatro veces menor que era al principio, y donde el quadrado es 9, la Luz es nueve veces menor, que fué en su nacimiento; y à quatro, cinco, ò seis piés, es solo la décimasexta, vigésimaquinta, y trigésimasexta parte de lo que era al salir del luminoso, sigiendo siempre el quadrado inverso.

8 Quando, por el contrario, los rayos de la Luz, en lugar de separarse, y ser divergentes, son convergentes, ò lo que es lo mismo, se reúnen, y acercan, tendiendo à un mismo punto, y partiendo como de la base de un cono, para ir à parar al vértice, se fortifican, à medida que se aproximan al punto comun, que los debe reunir; y asi, tambien el aumento de fuerzas en este caso es en razon inversa del quadrado de la distancia; esto es, que la Luz va entónces creciendo, como el quadrado de la distancia va disminuyendo; de suerte, que la luz convergente es 4, 9, 16, 25 veces mas fuerte, è intensa, quando la distancia se halla, respécto del mismo punto, 2, 3, 4, 5 veces mas pequeña, que ántes.

De



9 De muchos rayos, que parten de un mismo Cuerpo luminoso, cayendo sobre una superficie, el mas directo, consiguientemente à las dos advertencias precedentes, es el mas activo, por ser el mas corto, el mas denso, y menos desunido, y disperso: al contrario: los obliquos, prolongándose más y más, se esparcen, y extenúan con la mayor longitud de su camino. Y asi, mirando à la Europa, como una dilatada superficie, la luz del Sol es mas corta, y mas activa sobre una Hespaña, y sobre Italia, que sobre Francia; y es mas eficaz en Francia, que en Inglaterra, y Holanda, y mas intenso en estas partes, que en Suecia, y Laponia.

10 No es solamente la simple dispersion de la luz, la que la hace feble por razon de la longitud del camino, y obliquidad de la carrera; pues concurren al mismo efecto los cuerpos, en que reflecte, y se oponen más, y más à la direccion, que trae. Un vapor embota su vivacidad: la luz tiembla, ò parece agitada como los corpúsculos, que la cruzan, y flotan, ò navegan en ella, y la niebla puede espesarse tanto, que totalmente la impida su derrota, y caída natural. Como todas las propiedades de la Luz pueden traer mucho provecho à la Sociedad, se ha puesto mucho cuidado en estudiar sus caminos, dirigiéndolos siempre ácia la conveniencia del Hombre.

## 218 *Espectáculo de la Naturaleza.*

El punto de  
el luminoso.

11 Llámase punto radiante, ò del luminoso, aquel punto, de donde parten los rayos divergentes.

12 Foco se llama el punto del concurso, en que se juntan los rayos convergentes.

La imagen  
del Sol en un  
quarto ò cáma-  
ra obscura.

13 Hágase en la ventana de una cámara, ò aposento obscuro un agujero redondo, de modo, que forme un Plano paralelo al plano del Sol, y que no éntre mas luz por otra parte. En este caso se formarán opuestos à un mismo vértice dos conos de luz, el uno compuesto de rayos, que provienen del limbo, ò orillas del Sol, y llegan hasta la abertura, que se hizo: y el otro compuesto de los mismos rayos, que del punto del concurso, en que se cortan, van separándose poco à poco en el quarto, ò cámara obscura; y siguiendo en ella un camino contrario al precedente, despues de haberse cruzado. Córtese este último cono, oponiéndole un carton. Si se coloca paralelo al plano del Sol, se verá la Imágen de este Luminar, ò la base del cono perfectamente redonda. Si el carton corta de través este pequeño cono de luz, como quien no repara en el aspecto, y paralelismo del Sol, se descubrirá sobre el carton la misma Imágen, pero irregular, y prolongada: estas son dos secciones cónicas: entendámonos. Esta pequeña masa, ò como

ti-

tice mismo , que está en la abertura de la ventana , à ensancharse por puntos , parece un pylon pyramidal de azucar : córrese , pues , este de modo , que todos los puntos del corte , ò cuchillo , que le hace, estén igualmente distantes de la punta : en este caso queda una redondéz perfecta. Córtese al sesgo , y obliquamente ; y ya tendremos un óvalo , ò una figura ovalada.

14 La Imágen del Sol está inversa , porque el rayo , que viene de la parte superior del Sol , va en la cámara , y cartón à parar à la inferior , y el rayo de la parte inferior del Sol sube à la superior en el carton. El que viene de la diestra al agujero de la ventana , se cruza allí con el que viene de la siniestra , y continuando su camino en la cámara , se hallan todos en la Imágen , que forma del Sol , con una situacion contraria à la precedente.

15 Por esta misma razon , no dexando en una ventana sino un pequeño agujero, se ven los objetos de la calle pintados en la pared opuesta ; pero la pintura sale inversa, porque el rayo , que partió del umbral de la casa , que está en frente de la ventana , va à parar à lo alto de la Imágen , y el que salió del techo da consigo en la parte inferior de la Figura ; el de la diestra pasa à la siniestra , y así à proporcion todos los de-

mas. Esta Imágen se pinta tosca, y endeblemente : ahora verémos cómo se la puede perfeccionar con la ayuda de una lente, aplicada à la abertura, ò agujero de la ventana. V. m. sabe ya de antemano, que los rayos, que salen de un solo punto de la casa, ò objeto que se ve, y que llegan dispersos à toda la superficie del vidrio, se juntan en un punto en la pared; pues esto mismo sucede con todos los demas puntos, lo qual fortifica, aclara, y perficiona la Imágen.

16 En la Imágen del Sol, tomada con precaucion, y cuidado, se pueden ver las manchas del cuerpo Solar: lo que van adelantando diariamente en su camino, y las mudanzas, que padecen de lugar: cuánto tarda una mancha desde que desaparece en una orilla, hasta que sale por la opuesta: se puede tambien saber, cuánto tarda el Sol en dar una vuelta, rodando sobre sí mismo, ò sobre su Exe. Se puede comparar el cono, que se extiende desde la Imágen del Sol hasta la abertura de la ventana, con el que se extiende al contrario, desde la abertura de la ventana hasta el disco Solar. Puedense traer à términos de proporcion el semidiámetro de la Imágen, su distancia à la ventana, y la distancia de esta al Sol, y por estos tres términos, que se juzgan conocidos, se puede llegar à conocer el quarto, que es el semidiá-  
me-

metro del Sol : el semi-diámetro conocido de la superficie de un círculo máximo , y de la circunferencia. Esto conducirá al conocimiento de la solidéz , y con poco trabajo , y corta diferencia se podran saber los piés cubicos de materia , que tiene aquel Astro hermoso. Todavía puede servir esta Imágen para alguna otra cosa mas útil. Divídase , pues , la Imágen del Sol en algunas partes bien numeradas , aunque pequeñas , de modo , que se distingan perfectamente las líneas de division , y se verá , en el tiempo de un eclipse , la entrada de la sombra Lunar en la Imágen del Sol ; se notará el progreso de esta sombra , la duracion del tiempo , en que pasa , y el instante , en que el Sol se ve desembarazado y libre de aquel estorbo , y desmayo. La diferencia de las horas , en que la Luna entra en la sombra de la Tierra , observada en diversos lugares ; manifiesta justa , y seguramente cuánto un Observador se halla mas oriental , que otro , con que sirve para perficionar la Geographía.

17 Quando los rayos de Luz pasan de un medio à otro ; por exemplo , quando del ayre caen sobre una masa de crystal , ò sobre la superficie del agua , hay casos , en que esta luz reflecte enteramente , y hay otros , en que reflexionando en parte , es la que resta recibida en el nuevo medio , que halló.

El

La reflexion

222 *Espectáculo de la Naturaleza.*

18 El rayo de Luz, que cae à plomo sobre una superficie, y vuelve atrás, lo executa por el mismo camino, por donde cayó, siguiendo la perpendicular, que dirigió la caída.

Fig. 4. 19 La parte del rayo de Luz, que refleja en una superficie como E, despues de un descenso obliquo, vuelve atrás con la misma obliquidad.

20 El ángulo, que forma el rayo de Luz obliquamente con la perpendicular, tirada en la superficie, en que cae la Luz, es el ángulo de Incidencia I.

Angulo de Incidencia.

21 El ángulo, que con la misma perpendicular forma linea por donde el rayo resalta, ò refleja, es el ángulo de Reflexion.

22 El ángulo de Reflexion es siempre igual al ángulo de Incidencia.

23 El rayo, ò parte del glóbulo, y masa de luz, que pása de un medio à otro, y penetra cayendo à plomo en él, atraviesa el segundo medio perpendicularmente como cayó, sin doblarse à un lado, ni à otro, sea pasando de un medio mas raro (\*\*\*) à otro mas denso, como del ayre al crystal, ò sea pasando de un medio mas denso à otro mas raro, como del agua al ayre, ò de una masa grosera de ayre, à otra mas ligera, y clara.

La Refraccion,  
y la Dióptrica,  
Fig. 5.

24 Si el rayo luminoso llega obliquamente à la superficie del nuevo medio N M en

(\*\*) O Ralo, segun muchos.

en que entra, tuerce la primera direccion, y se dobla, ò aproximándose à la perpendicular, ò alexándose de ella, y forma con la linea perpendicular à la superficie del medio, en que es recibido, un ángulo mas pequeño, ò mas grande, que el de Incidencia conforme à la naturaleza de los medios: y à este ángulo se le da el nombre de ángulo de Refraccion R. En la fig. 5. es un ángulo de Refraccion mas pequeño, que el de Incidencia I.

Angulo de refraccion.

25. La linea de Incidencia I, prolongada, en el nuevo medio, forma con la linea de Refraccion R. un pequeño ángulo D, que se llama ángulo diferencial, porque hace manifesto aquello, en que el ángulo de refraccion R difiere del ángulo de Incidencia I.

Angulo diferencial.

26. Quando el rayo I pása de un medio mas raro, qual es el ayre, à un nuevo medio mas espeso N M, qual es el agua, ò el vidrio, se dobla aproximándose à la perpendicular, y forma un ángulo de Refraccion R, menor que el de su Incidencia I.

Valor de los ángulos de Refraccion, segun los medios.

27. Quando, por el contrario, el rayo de Luz: por exemplo R, habiendo reflexionado, ò padecido reflexion en la superficie de un objeto, que está dentro del agua en R, pasa à un nuevo medio menos espeso, qual es el ayre, se dobla segun la linea I, separándose de la perpendicular, y forma de este modo en el ayre el ángulo de Refraccion I ma-

yor

224 *Espectáculo de la Naturaleza.*

yor que R, de la cantidad del pequeño ángulo D.

28 Por la exâcta comparacion, que los más célebres ópticos han tenido cuidado de hacer de todos los senos de estos ángulos, se ha llegado à establecer una razon constante entre el ángulo de Incidencia, y el de Refraccion, al pasar de un medio à otro. Asi el rayo de Luz, que pasa del ayre al vidrio, se rompe formando un ángulo, que es respecto del de Incidencia, como 2 à 3, y entonces el ángulo diferencial es la mitad, ò casi la mitad del ángulo de Refraccion, y el tercio del ángulo de Incidencia. Al pasar del ayre al agua, el rayo se dobla menos, el ángulo Diferencial es mas pequeño, y el de Refraccion algo mayor, que en el vidrio: y asi, este ángulo es al Diferencial, como 3 à 1, y el ángulo de Incidencia es al de Refraccion en el agua, como 4 à 3, con que es al Diferencial, como 4 à 1: pues el ángulo de Incidencia, que es equivalente al ángulo de Refraccion, y al ángulo Diferencial juntos, contiene necesariamente 3, y 1, hecha la comparacion con los otros dos. Si, al contrario, pasa el rayo luminoso del vidrio, ò del agua al ayre, forma en el medio mas raro un ángulo de Refraccion, que tiene de más, lo que tenia de ménos en el medio mas denso.

El



29 El camino, que tomaba la Luz, pasando de un medio mas raro al mas denso, es el contrapuesto á la derrota, que seguia al pasar del denso al mas raro: formándose la Refraccion en el caso primero por la linea de Incidencia del segundo, y del mismo modo, lo que era linea de Incidencia en el primer pasage, viene á ser linea de Refraccion en el segundo.

30 El ángulo de Refraccion es grande, á proporcion que lo es el de Incidencia, y el uno disminuye, como el otro, su magnitud.

31 Háse pretendido muy seria, y aún geométricamente explicar la causa de estas experiencias, y proceder de la Luz por medio de cierta virtud atractiva, que reyna (dicen) en la superficie de los medios mas sólidos; de suerte, que quando la Luz entra en ellos obliquamente, la direccion de su obliquidad se halla allí con una especie de inflexión, ó recodo, á causa de la atraccion. La Luz se introduce más que lo haría con sola su primera direccion, y en su entrada se aproxima á la perpendicular quando, por el contrario, al salir de un cuerpo mas sólido, y macizo, para entrar en otro mas raro, y que atrahe ménos, se aleja el rayo de la perpendicular, y se inclina siempre ácia la superficie atractiva.

Esto se llama introducir una causa en donde se quiere, y decir despues, que se encontró allí. La Geometría, que añaden, no prueba

## 226. *Espectáculo de la Naturaleza.*

tampoco otra cosa : podriánse calcular las influencias de los Planetas ; y se podrían también poner estas influencias en contienda con ciertas virtudes locales , de manera , que en una parte atraxésen , y rechazásen en otra. Podríase hermosear también el *systhéma* , convirtiéndolo las atracciones en repulsas , luego que pasásen de ciertas líneas , y figurarse de este modo , que explicaban toda la naturaleza. La Geometría está pronta á toda especie de suposiciones : pone en órden quanto se supone ; pero , por defecto de la suposición , no demuestra realidad alguna. No es cosa inútil , por cierto , notar , que la Luz , al doblarse , pasando de un medio á otro , sigue una regla contraria á la de los demas cuerpos. Una bala de plomo , ó una piedra arrojada obliquamente al agua , entra en ella , alejándose de la perpendicular , y sale al ayre , acercándose á ella. ¿Pues , y qué hace aqui la atracción , que no remedia el desórden ?

32. Conocido ya una vez , y determinado este respecto del ángulo de Incidencia , y del de Refracción , aunque padezcan algunas desigualdades , como sucede quando los ángulos se aumentan mucho ; basta para prever lo que sucederá á las masas , y rayos de luz , ó qué curvatura tendrán en los diferentes medios en que entren , sin buscar la causa , que á la verdad no la sabemos.

33 Los cuerpos transparentes, que atraviesa la Luz, pueden ser planos, ó esphêricos, ó plano-convexôs, ó plano-côncavos, y de otras maneras. Traygamos á la memoria, que se llama punto radiante aquel, de donde parten los rayos divergentes; y foco aquel punto, ácia el qual se ván á unir, si son convergentes.

Tránsito de la Luz por un vidrio plano.

34 Al pasar la Luz obliquamente desde V, por el plano PP, que es de crystal, se dobla entrando en él, y se aproxima á la perpendicular, formando un ángulo mas pequeño que el de Incidencia; pero al salir del crystal por la otra parte, y entrar en el ayre, se aleja de la perpendicular, y la linea de Refraccion en el ayre, llegando á la vista O, hace ángulo igual al de Incidencia V sobre el crystal: luego estas dos lineas son paralelas: y si muchos rayos obliquos son paralèlos èntre sí al entrar, serán paralèlos en todas sus refracciones, y volverán á su primer paralelismo al salir. Pero si la linea, por la qual la vista O percibe el objeto, se prolongáse, irá á parar à A, no á V; y aunque el objeto esté en V en su lugar verdadero, la vista le descubrirá un poco al lado, por la linea OA, en el lugar aparente A. Segun esto, el vidrio plano hace alguna mutacion en la vista de los objetos, pero la mutacion de lugar, que ocasiona, es muy pequeña: porque todas las lineas de Luz vuelven

Fig. 6.

Ff 2

á

228 *Espectáculo de la Naturaleza.*

á tomar, al salir, la misma disposicion, que tenian éntre sí ántes de entrar en el vidrio plano.

Fig. 7,

El Exe.

35 Hagamos caer, ó supongamos, que cae sobre la superficie plana de un vidrio plano-convexo  $P C$  el rayo perpendicular  $A$ , y su paralélo  $PP$ . El rayo  $A$  por la proposicion 22, pasa del ayre al vidrio, y del vidrio al ayre, sin doblarse á parte alguna: los Opticos le dan el nombre de Exe, por permanecer como inmoble, quando los demas rayos de Luz en su circúito ruedan, y mudan lugar. El paralélo  $PP$ , siguiendo la misma direccion en el lado plano, tampoco se dobla de modo alguno al entrar; pero en pasando al ayre, al salir del lado convexo encuentra obliquamente la perpendicular tirada del centro  $CC$ . Por la proposicion 27, si este rayo entrara obliquamente en el vidrio, se aproximara á la perpendicular un tercio del ángulo de Incidencia, representando por el ángulo en el vértice  $I$ , y por la 28, aqui se aparta otro tanto. El Angulo diferencial  $D$  conduce el rayo roto á  $R$ , en donde se reúne al otro rayo  $A$ , á una distancia del vidrio convexo, del valor de un diámetro de la convexidad, ó el doble del rayo tirado del centro  $CC$ .

36 De esta proposicion, y de la 28 se sigue, que si el rayo  $R$  toma su camino obliquo  $R D$ , de la distancia de un diámetro del vidrio plano-convexo, entrando por la parte de

de la convexidad, formará un ángulo menor con la perpendicular, y quedará la línea, que corra, paralela al radio A, saliendo perpendicularmente al ayre, y yendo á dar consigo en PP, sin dexar el paralelismo con el exe, ó con el rayo perpendicular A.

37 El rayo paralelo P, cayendo sobre un plano convexo por el lado de la convexidad, forma un ángulo de Incidencia con la perpendicular tirada del centro C: y se acerca todavía mas entrando en el vidrio, y hace con ella un ángulo mas pequeño. Si este rayo de Luz siguiera la misma línea al salir del vidrio, iría á reunirse con el rayo perpendicular A en r, á diámetro y medio de distancia de la convexidad. Pero declina, y se rompe de nuevo, luego que llega al ayre, apartándose de la perpendicular, mas que si se encaminára á i, y va á reunirse con el rayo A en R, á la distancia de un diámetro, respecto de la convexidad.

38 Consiguientemente á lo que acabamos de decir, un rayo de Luz, que saliera de R á la distancia de un diámetro, y llegase al plano, saldría paralelo por el lado convexo.

39 Quando el vidrio es plano-convexo, se halla por la medida de los ángulos de Incidencia, y de Refraccion, que la Luz, yá entre por el lado plano, ó yá entre por el lado convexo, yá llegue con rayos paralelos,

## 230 Espectáculo de la Naturaleza.

ó ya se encamine, y presente con rayos divergentes de la distancia de un diámetro, los rayos siguen con corta diferencia las mismas derrotas, ó caminos respectivos en uno, y otro lado del vidrio plano-convexo.

40 Las salidas de la Luz, que nos son ventajosas en los vidrios plano-convexos, consisten, ó en dirigirse con rayos paralelos acia la vista, ó en llegar á ella por medio de rayos convergentes á la distancia de un diámetro. Muchos rayos hay con obliquidades diversas, y que podrían, ó ir á parar al centro, ó juntarse ántes de llegar á él, y aún llegar á ser sumamente divergentes; pero como estas direcciones no se encuentran aptas para formar claras, y distintas las imágenes en nuestra vista, es inútil detenernos en su averiguacion.

Vidrios lenticulares.

Fig. 9.

41 Vidrio lenticular, ó Lente, se llama aquel Vidrio, que se termina por sus planos en dos porciones de esphêra, como L. El rayo de luz, á que hemos llamado Exe, y que se halla en medio de la masa de rayos luminosos, que se supone caer sobre la Lente, la atraviesa, sin doblarse á una, ni á otra parte, quando vá á parar al centro. Acerca de estos rayos de Luz no advertiremos ya mas. Los otros rayos, sean obliquos, ó sean paralelos, que no caminan al centro, todos son obliquos, respecto de la convexidad: con que

to-

todos padecen inflexión, ó se rompen, y doblan dos veces, la una entrando, y la otra saliendo, y siempre conforme á la regla de la proposición 27: no será, pues, necesario representar en figuras la perpendicular, que arregla cada reflexión: ni las líneas sordas, ú ocultas, que señalan la derrota, que tendría cada rayo, si continuáse su camino, pues esta multiplicidad de líneas causaría confusión.

42 Los rayos paralelos PP, cayendo sobre una lente L, se rompen dos veces, y tienen por foco el centro C.

43 Con que, por la proposición 28, los rayos divergentes, que parten del centro de la convexidad C, salen paralelos como PP.

44 Los rayos, que son muy divergentes, partiendo, por exemplo, de el punto radiante D entre la lente, y uno de los centros de la convexidad c, vienen á quedar menos divergentes, quando salen como SS.

45 Con que los rayos, que entran en el vidrio lenticular convergentes como SS, lo serán aún mas en su salida, y concurrirán ácia D.

46 En una palabra: estando el punto radiante del lado de acá del centro ácia D, los rayos salen divergentes como SS; si el pun-

to

to radiante está en el centro en  $c$ , ó en  $C$ , salen paralelos como  $PP$ , y si estuviere el tal punto mas lejos, que el centro  $C$ , ó  $c$ , de una de las dos partes, serán convergentes, y se unirán más, ó ménos lejos, mas allá del centro opuesto.

47 Todos los puntos de los objetos son otros tantos puntos radiantes: cada uno tiene una posicion, que le es propia; con que posee tambien un foco proprio. De aqui viene aquella confusion de imágenes, y de objetos en la vista, al valerse de una lente, colocada fuera del punto, que le es proprio para unir con buen órden los rayos, que de suyo son capaces de formar en nuestros ojos una imagen viva, verídica, y ajustada al objeto.

Fig. 10.  
Los vidrios esféricos.

48 El rayo  $P$  paralelo al exe  $A$ , pasando por una esfera transparente, se rompe, ó dobla dos veces, y llega al punto  $4$ , que está como á la quarta parte del diámetro de la esfera: porque  $P$  prolongado segun su primera direccion, llegaría á  $I$ ; por la segunda direccion  $2$  prolongado llegaría á  $3$ , y con su nueva refraccion en el ayre llegará á  $4$ .

49 Si el punto del concurso, que está á la distancia de la esfera transparente como cosa de una quarta parte del diámetro, viene á ser punto radiante, los rayos saldrán

or

pa-



paralélos : si el punto radiante se acerca mas á la Esphêra de crystal , serán los rayos divergentes , quando lleguen á salir. Si este punto se aleja , podrán los rayos ser paralélos en la Esphêra , y convergentes al salir de ella , y tanto mas convergentes , quánto mas se aleje aquel punto.

50 El efecto mas señalado de las Esphêras transparentes , y de las Lentes , es unir los rayos dispersos : por el contrario : el efecto de los vidrios cóncavos , es esparcir , y separar los rayos paralélos ó convergentes : este es el efecto del simple vidrio cóncavo. Si es cóncavo por ambas partes , el efecto todavia será mas eficaz. Véase en la fig. 11. lo que sucede á los paralelos PP , y á los divergentes DD.

51 En los otros vidrios , como en los plano-cóncavos , en los meniscos , ó lúnulas convexo-cóncavas , ó cóncavas por un lado , y convexâs por otro , &c. no se hace otra cosa en todas las operaciones , sino aplicar á cada una de las caídas del rayo sobre la superficie la diferencia conocida , que debe haber siempre entre el ángulo de Refraccion , y el ángulo de Incidencia.

52 Lo que pasa en nuestros ojos , solo es La vision. una aplicacion continuada de la misma regla , que en nuestras obras no es sino una pura imitacion de la regla del Criador.

*Tom. X.*

Gg

Ha-

## 234 *Espectáculo de la Naturaleza.*

Hagamos memoria de lo que ya hémos dicho (\*) de las tres estancias, ó tunicas, que hay en nuestros ojos, de las quales la primera está llena de un humor, que se llama aqueo, mas denso que el ayre: la segunda encierra un humor cristalyno lenticular, mas denso, que el aqueo, y terminado en dos porciones de esphêra, de los quales la anterior es mas llana, y la ulterior mas curva, y mas prolongada. En fin, la tercera contiene un humor, á quien con no pequeña inpropriedad le llaman vitreo, pues bien lejos de tener la densidad del vidrio, es mucho mas ligero, y rarefacto, que la substancia crystalina. Conociendo esta proporcion de los tres humores, y el lugar, que tiene en nuestros ojos, no tenemos mas necesidad, que ver en una Figura, que los representá, qué accidentes regulares, y constantes deben suceder á un pincél, (\*\*), ó masa cónica de rayos llevándola desde un punto del objeto al ayre, del ayre á los ojos, y de estancia en estancia hasta el fondo de ellos. Si imaginamos sobre la curvatura exterior de cada túnica, ó estancia una perpendicular, que se dirige, y tiende al centro de la curvatura, se notará, que los dos últimos rayos, que basta considerar de

Véase la Eig.  
del tomo 7.  
pag. 128.

(\*) Tom. 7. Conv. 8.

(\*\*) Pincél de rayos se llaman los dos conos, que se forman de los rayos que envía el objeto, de los quales conos el uno tiene su vértice en la pupila, y el otro su base. Véase el Dic. de las Art. y Cienc. let. P.

de todos los que componen el pincél, pasando del ayre á el humor aqueo, se acercan algun tanto uno á otro, y mas aún despues en el crystalino, pues se sumergen en estos dos humores, formando ángulo, cada vez mas pequeño, con la perpendicular. Despues le hacen mayor, alejándose de ella en el humor vitreo: lo qual los conduce al punto de union en el fondo de los ojos. Y cada uno de los rayos, dirigido de este modo por las refracciones, que experimenta en los ojos, tiene su foco proprio en el fondo del órgano. De estos focos, ó puntos de reunión, ordenados en el fondo mismo, del modo que lo están los puntos del objeto de donde partiéron, resulta aquella pintura (que experimenta el alma) recta, y única, aunque en sí sea duplicada como el órgano, é inversa como lo está en el fondo de la vista.

53 Una de las cosas, que parece contribuyen mas á formar, esta imágen clara, y fiel, son los ligamentos ciliares, por razon de su facilidad en alargarse, y acortarse, y á causa de los otros movimientos de todas especies, y modos, que hacen para allanar, prolongar, y presentar de diversas maneras el crystalino, que sostienen; lo qual modifica los rayos, y el pincél de un instante á otro, los une ántes, ó despues, y facilita la viva expresion de las imágenes, segun los deseos del alma, aún-

que no entienda cómo se hace aquello mismo que manda.

54 Los mayores Anatomistas, y otros Sabios están divididos acerca de varias questões curiosas, que V. podrá emprender, aclarar, y determinar por sí mismo, despues de haber formado una idéa de lo que á este fin se necesita. Pongo por exemplo:

La pintura ocular, en el fondo de los ojos es cierta; pero hay disputa sobre el lugar, y asiento de esta pintura: unos dicen, que es la retina, y otros atribuyen este privilegio á otras fibras diferentes. Las coronas de rayos, ó coronas radiantes, que nos parece rodean los cuerpos luminosos, principalmente quando guiñamos los ojos, provienen del modo, con que muchos rayos de luz caen en las orillas de nuestras pestañas, y son dirigidos, y entran en los ojos, llegando á las extremidades de la imágen ocular: pero hay disputa acerca del modo, con que esto pasa. M. Rohault cree, que estos rayos reflecten sobre aquel borde, ó cordón lustroso, que termina los párpados, y que envia estos rayos de la parte inferior á la superior de los ojos, y de la superior á la inferior, quando los párpados se acercan uno á otro. M. de la Hire pretende, que este phénómeno no se causa por la reflexión, sino por la refraccion; porque los párpados, acercándose con el guiño, llenan el vacío,

cío, que los separa del ojo, y forman como un prisma triangular, cuyo esmalte, y licorres dan paso á algunos rayos, y los rompen, y doblan de modo, que vayan á parar á las extremidades de la imágen delineada en los ojos.

Tales son algunas otras quëstiones, que se tratan acerca de los medios, que tenemos para juzgar de la distancia de los objetos. Pero todavia reynan en las soluciones, que se dan, la obscuridad, y la duda.

Acaso nos engañamos en el partido, que elegimos en estas quëstiones de óptica, atribuyendo á una causa, lo que es efecto de muchas, que concurren á producirle. Vé aquí algunas de las que influyen mas en el modo, con que vémos los objetos.

1.º Los objetos, cuya imágen es muy luminosa, y que aparece con claridad, y limpieza, nos parecen mas cercanos. 2.º Aquellos, cuyos rayos son débiles, ó se debilitaron, se nos representan mas lejos. 3.º De cada objeto llega á nuestros ojos una masa de rayos, que forma una especie de ángulo, ó por mejor, decir, un cono, cuya base está en la superficie del objeto, y el vértice á la entrada de la vista del espectador. Estos rayos convergentes se esparcen, y hacen divergentes en el ojo mismo, y allí forman un nuevo triángulo, ó cono, cuya punta,

ó

### 238 *Espectáculo de la Naturaleza.*

ó vértice está en la entrada del ojo, y en su fondo está la base. Esto no es contrario á lo que diximos de los pinceles, ó rayos, que forman dos conos, y salen de cada punto del objeto, y que ensachándose, cubren toda la pupila; pues estos se juntan en un foco, que le es propio, y ocupan un solo punto, formando otro de la imágen ocular. Aquí no consideramos estos pincéles, sino cada qual separado, y como una sola linea: de modo, que miramos toda la masa de pincéles, ó rayos, que salen de todos los puntos del objeto como una masa cónica de lineas rectas, que se cortan mútuamente á la entrada de los ojos; y desde la seccion misma empiezan á ensancharse, y hacerse divergentes en los ojos, en donde pintan, y forman con sus extremidades todos los puntos de una imágen inversa, y exáctamente conforme á su módelo, pues las puntas de estos pincéles son otros tantos focos: ordenados éntre sí como lo están los puntos del objeto, que los envia: de donde se sigue, que cuánto la imágen es máyor, tanto mayor se nos representa por lo ordinario el objeto. Esto es lo que los Opticos nos enseñan diciendo, que *una cosa aparece mayor, si se vé con ángulo mayor*; y éste es el fundamento de las diminuciones, que hermoséan la perspectiva.

4.º Parece cierto, que el juicio, que forma el

el entendimiento acerca del modo, con que vemos las distancias, y diminuciones, se debe contar como muy principal, y atender como un principio: pues quando vemos el objeto extremamente claro, y próximo á nuestra vista, es el ángulo mayor, ó menor, que la regla, que seguimos: siendo cierto, que muchas personas de igual cuerpo nos parece, que lo son, aunque estén á distancias diversas en un salon mismo. Una ventana, que vemos enteramente por un solo vidrio de nuestro mirador, ó vidriera nos parece mayor, que el vidrio, cuyo ángulo ocular contiene con todo eso al de la ventana, y es mayor, que él. Tal vez juzgamos ver un cordél, ó sogá atravesada de una parte á otra en un quarto lejano, cuya ventana está abierta, y despues mirando con atencion por nuestras vidrieras, reconocemos, que es solo un hilo de araña, que estando alli junto á nosotros, se dexa ver como una sogá en la obscuridad de el balcon opuesto: conque este hilo, llevado con la imaginacion á un quarto, que está cien pasos de alli, aparece mucho mayor, que lo que es en sí; quando visto donde está, sin atender á la otra ventana, es un hilo casi imperceptible. 5.º La pupila, ó niña del ojo se estrecha ó ensancha segun la necesidad: y de aqui proviene, que formadas en la vista las imágenes mas, ó menos gran-

grandes, mudan la impresion del objeto. El agujero, hecho con una aguja en un papel, no permite, que lleguen los rayos de la vela de una torre á toda la pupila; y asi, se disminuye en un momento la imágen la mitad, ó tres quartas partes mas de aquello, que ántes aparecía. La necesidad que tenemos de luz en la obscuridad, nos ensancha de tal modo la pupila, que dilatadas tambien por consecuencia las imágenes, y aún confusas por la disposicion de los rayos, nos pintan los objetos mucho mayores, y aún algunos desmedidos, y espantosos. Quando el Sol, ó la Luna se hallan próximos al Horizonte, se debilita la luz por atravesar mucha mayor Atmosphêra con la multitud de vapores, que la enflaquecen, y se ponen éntre la vista, y el Astro. De aqui es, que impelidos los ojos con una luz súave, ensancha la pupila, y la imágen aparece mayor, que quando el Astro está en su elevacion, y en su mas activo resplandor, y luces. Por el contrario: debe parecer el Astro mas pequeño mirado con el telescopio, porque el diaphragma de el instrumento estrecha la imágen, como lo executa el agujero hecho en un papel con una aguja, aunque de modo diverso. 6.º La experiencia, la costumbre, y el concurso de otros sentidos contribuyen mucho para hacernos establecer un órden, y proporcion en las dis-

tan-



tancias respectivas de los objetos. Por esta razón, y no habiéndose en ellos establecido, y fortificado este orden, parece, que los niños ven confusamente las cosas, y de hecho un Inglés de edad de 14 años, que habia nacido ciego, comenzó à ver el año 1729 por la habilidad, con que M. Cheseleden (\*) le batió las cataratas; pero por mucho tiempo vió desordenadamente los objetos, y sin proporcion alguna.

56 Las refracciones de la Luz, en los humores de los ojos, y en los diversos medios, que la reciben, producen los efectos, cuya averiguacion pertenece à la Dióptrica. (\*\*a) Los efectos de la Luz, que refleja, y vuelve atrás en las superficies, especialmente en las lisas, tersas, y bruñidas, dan lugar à otra especie de conocimiento, y ciencia, que se llama Catóptrica. (\*\*b)

La Catóptrica, ò luz reflexâ,

57 Al modo que la proporcion constante del ángulo de Refraccion con el ángulo de Incidencia es el fundamento de la Dióptrica, asi la igualdad del ángulo de Refraccion con el de Incidencia es el primer fundamento de la Catóptrica.

58 Todos los cuerpos movidos conservan la direccion, que llevan, hasta que una ac-

Tom. X.

Hh

cion

(\*) Philosophical transact. abridged by Eames and. Martyn. 491.

(\*\*a) O Arte Anaclástica.

(\*\*b) O Arte Anacámptica.

cion mas eficaz debilita , ò destruye la precedente. Por esta causa , arrojada la Luz por un cuerpo luminoso , ò reflexionada sobre un cuerpo opaco , conserva su disposicion hasta verse disipada , ò doblada , è inflexâ de otro modo, por alguna superficie dispuesta de diversa manera. De aqui se sigue , que qualquiera que experimentare , y recibiere en el fondo de los ojos la impresion de un número de rayos , ò hilitos de luz , colocados por sus extremidades con el orden mismo , que lo están los puntos del objeto opaco , ò luminoso , que los dirigió , verá consiguientemente el objeto.

59 Los ojos, impelidos con este orden, verán el mismo objeto otras tantas veces , quantas se vean afectos , y movidos por una masa de rayos luminosos , que el objeto les envia.

60 La imágen aparecerá mas fuerte , ò mas débil , mas clara , ò mas nebulosa , segun la abundancia de rayos, y segun la perseverancia mayor , ò menor , que tuviéren , conservando el mismo orden.

61 Asi los rayos , que envia inmediatamente el Sol , ò una buxía à mis ojos , se ordenan en ellos , como lo están los cuerpos de donde parten , y yo no experimento solamente la sensacion de la Luz , sino la de la figura del Sol , y buxía.

62 Los rayos del Sol , ò de la buxía , rechazados por las pequeñísimas , è innumerables

SU-

superficies del objeto, sobre que caen, se esparcen conforme à la direccion , que les dán las mismas superficies , con que no volviendo à nuestros ojos con el mismo órden , que quando venian del objeto inmediatamente , no nos hacen ver , à la buxía , ni al Sol.

63 Los rayos , reflexionados , ò doblegados en los objetos , nos los manifiestan , quando se ordenan en los ojos en suficiente número , y con órden semejante , de modo, que pueden formar la pintura del objeto , que los dobló , y dió la colocacion ordenada , que mantienen.

64 Los rayos , dirigidos desde un Relox oscilatorio al Retrato de M. Pascal, ò de M. Fernelon , reflecten en todos sentidos , y de todos modos sobre las innumerables desigualdades de los quadros , que los representan: de manera , que la colocacion , y órden , con que está el Relox , se disipa en nuestra vista , y los ojos no reciben de los lienzos , ò pinturas , sino solamente las masas de rayos , que ordenan sus extremidades, como lo están las facciones , que tuviéron dos hombres de los mas sabios del siglo pasado. (\*\*)

Hh 2

Si

(\*\*) En quanto à M. Pascal , no obstante que fué ingenioso, y eloqüente , será justo notar , que se dexó tinturar del Jansenismo , y acaso consiguientemente manchó su eloqüencia con no pocas imposturas de que facilmente se dexó llevar , y de que él mismo se lamentaba , al ver descubierta la fàlsedad , quejandose agriamente de los que le alucinaron , è induxéron al engaño. Vease el P. Gabriel Daniel en su respuesta à las Cart. Prov. y las Mem. del tiempo del P. D. Auvigni , año de 1656. tom. 2.

65 Si los rayos , que vienen del Relox, y de la buxía vecina , ván à dár sobre el crystal , (\*\*) pastél ò masa del glasto , percibo, yá el Relox , yá la buxía , y yá el crystal, y pintura conforme la situacion , y parage , en que me pongo ; à la llama de la buxía la veo por medio de una impresion fuerte ; al pastél , ò pintura con claridad , y limpieza, y al crystal , y al relox endeblemente. ¿De dónde vienen , pues , semejantes diferencias? La imágen de la llama es fuerte , por ser un cuerpo luminoso , que envia multitud de rayos. La de la pintura es clara , porque da su propia masa colocacion , y órden à una gran cantidad de rayos luminosos , y reflexos. El crystal se ve de todas partes , por conservar aún muchas desigualdades , que reflec- ten la Luz de todos modos ; pero se ve endeblemente , porque habiéndole bruñido con prolixidad , y pulidéz , perdió no pocas desigualdades , y quánto el lustre es mas perfecto , tánto queda menos apto para mostrarse à sí mismo. El crystal está tan terso , que de puro bruñido , y dúlcido llegó à quedar negro , è invisible à fuerza del pulimento. ¿Tiene , pues , ménos desigualdades? entónces es mas proprio para reflectir la Luz regularmente del lado opuesto à su decenso. Las albitanas , ò  
lin-

(\*\*) Espejo traduce el Italiano.

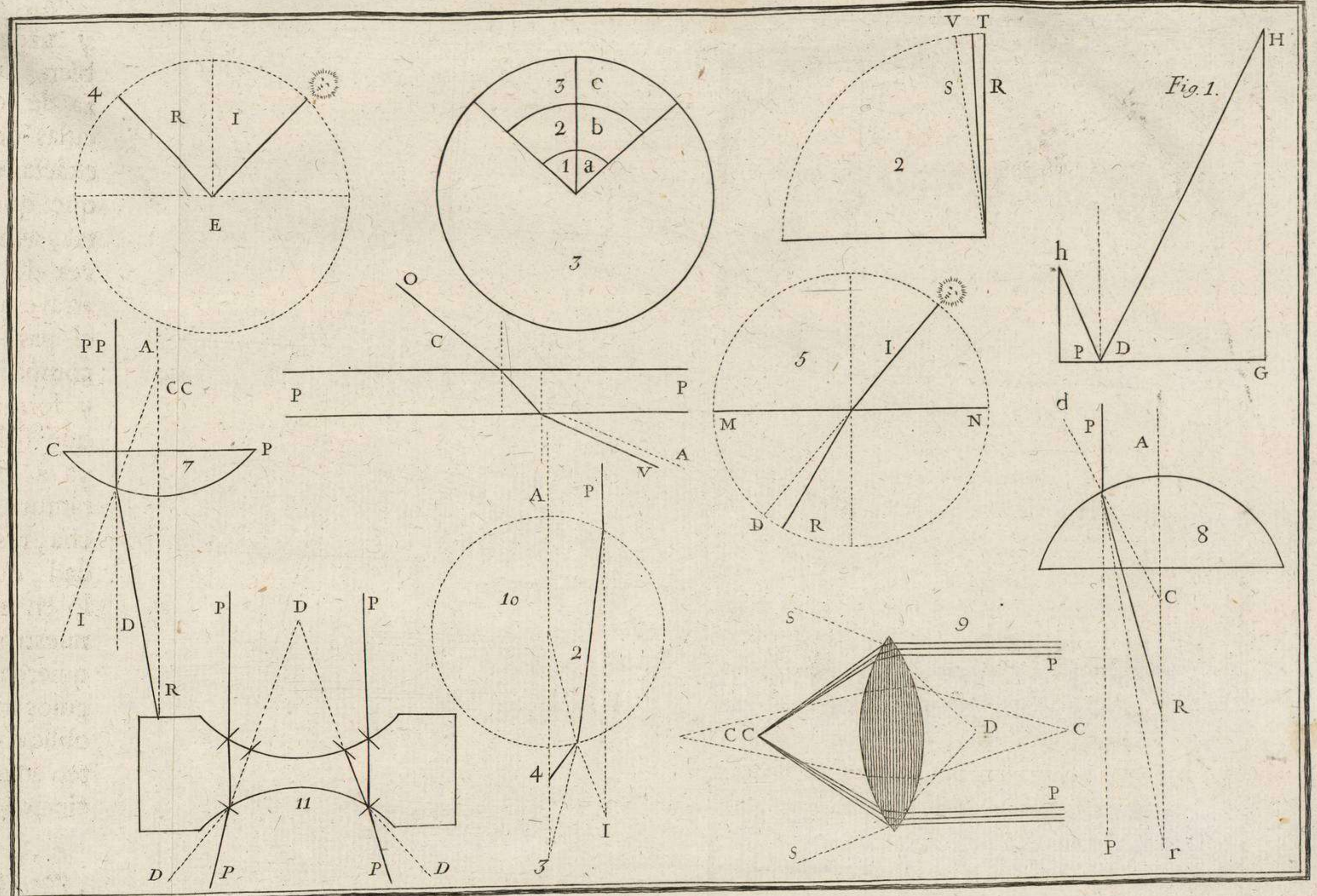
lindones, que levanta, ò dexa un Jardinero hábil detrás de una fila de Plantas, acumúlan, tirados éntre Mediodia, y Norte, rayos de luces de la parte del Mediodia sobre las Plantas, para que las fomenten, y crien; pero si el Plantél se halla sin este abrigo, y en un terreno llano, el golpe de luces, que envia el Sol al pié de las plantas, se disipa, haciendo su reflexión ácia el Norte. Es cosa cierta, que cayendo los rayos luminosos en una superficie escabrosa, y desigual, encuentra, no un lindon, ò lomo; sino millones de albitanas, y montecillos, de espaldas, y curvaturas, cuya irregularidad, y capricho por decirlo asi, imita la Luz en sus reflexiones, y gyros. Pero si cae sobre una superficie extremamente tersa, y pulida, los golpes, resaltes, è inflexiones de la Luz son ya regulares. La reflexión, no sobre todas las partes, sino sobre un gran número de ellas, dispuestas, y ordenadas de un mismo modo, viene à ser como la Incidencia: con que si nos colocamos, respecto del crystal, como está el Relox; y la buxía respecto del crystal mismo, recibiremos tambien los rayos, que se ordenarán en la Reflexión como en la Incidencia: y asi, todavia veremos la buxía, y el relox; pero como de estos rayos obliquos, que reflecten en el relox, hay muchos mas, que se introducen en el crystal, sin que los envie  
à

à nuestra vista ; es preciso , que la Imágen aparezca deslucida , y endeble.

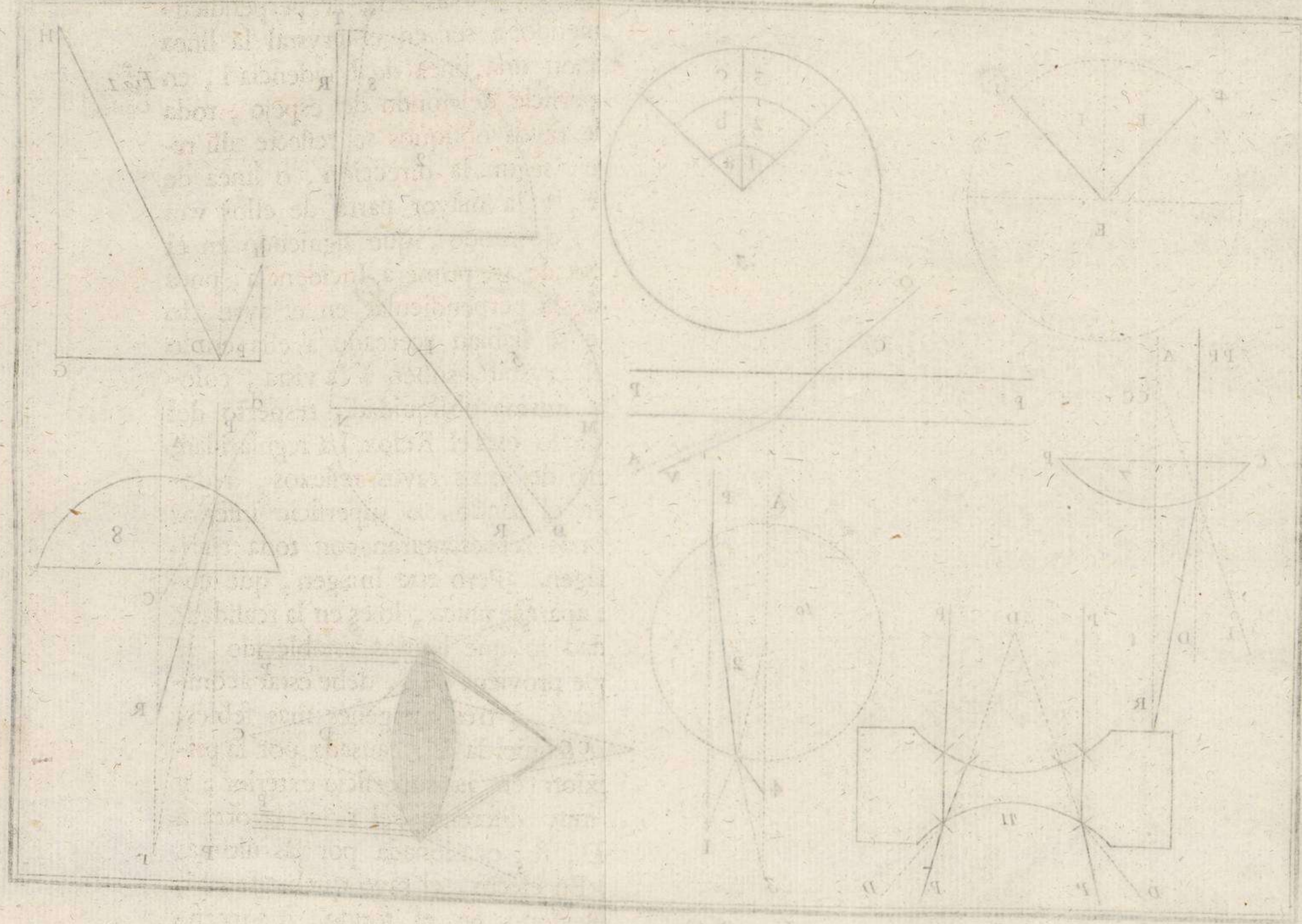
66 Quitémos el retrato , ò pastél , (\*\*)  
y azoguémos el crystal , añadiendo también una hoja de estaño fino : la sutileza de los granos , y lo delicado de las partículas de estos metales los disponen à llenar exáctamente todas las desigualdades , y poros, que quedaban en la otra superficie del crystal , aunque tan terso , y pulido , y los rayos, en vez de huir , ò salir como fugitivos al ayre, atravesando el crystal , hallando ahora cerrado el paso por medio de una superficie bastante compacta , y sólida ; resaltan sin desordenarse, y forman en la inflexión un ángulo igual al que habian hecho cayendo. Este crystal vino ya à ser espejo : pongamosle donde estaba la pintura , y nosotros coloquémonos à la derecha, respécto del espejo, con la misma obliquidad , que tiene el Relox à la otra parte, pues solo en esta postura podrá enviar la reflexión à nuestros ojos los rayos , que desde la mano izquierda envia el espejo , siendo iguales los ángulos de Incidencia, y Reflexión. De estos rayos obliquos , los unos en pequeño número reflec-  
ten en el punto de Incidencia , y deben producir una Imágen feble , y los otros , en número

mu-

(\*\*) El modo de pintar *de pastél* en Francia es algo diferente del que en España llaman también *de pastél*, Vease Richel. y el Dic. de Art. y Cienc. let. P.



La Optica.



La esfera



mucha mayor, son admitidos en el crystal; à la entrada se doblan ácia la perpendicular, y viniendo à ser en el crystal la linea de Refraccion una linea de Incidencia  $i$ , en la otra superficie del fondo del espejo, toda la masa de rayos obliquos se reflecte allí regularmente, segun la direccion, ò linea de Reflexión  $r$ , y la mayor parte de ellos van à parar à  $s$ : de modo, que siguiendo en el ayre el curso de su primera Incidencia, pues se alejan de la perpendicular en el ayre, lo mismo que se habian acercado à ella en lo interior del crystal, suben à la vista, colocada en la misma obliquidad, respécto del espejo, que lo está el Relox. La regularidad, y el número de estos rayos reflexos, ò doblados en el fondo, ò superficie inferior del espejo nos representarán con toda claridad la Imágen. ¿Pero esta Imágen, que comunmente aparece única, lo es en la realidad? Si es verdad lo que hémos establecido, la Imágen, que proviene de  $s$ , debe estar acompañada de dos, ò tres Imágenes mas febles, la una à la izquierda  $E$ , causada por la primera reflexión en la superficie exterior, y punto  $e$ , muy diferente del  $s$ , y la otra à la diestra  $D, R$ , ocasionada por las últimas reflexiones. En efecto, el rayo quebrado en  $i$ , que se reflexionó en el fondo, ò superficie inferior, no pasa del todo, ò segun toda

Fig. 13. Pro-  
secucion de la  
Optica,

248 *Espectáculo de la Naturaleza.*

da su masa , à s , dirigido ácia el punto F , pues reflecte algo ácia d , y yendo asi de una superficie en otra , estas últimas reflexiones se triplican , y quadruplican algunas veces ; y asi , llegan à D , R , yá mas fuertes , y yá mas endebles. Esto que emana , y se deduce aqui , como de un principio establecido , se confirma por la experiencia : porque aunque de dia no se vea comunmente sino la Imágen , que se origina de los rayos , que baxan al fondo , y suben por r s F , que con su claridad ofuscan , y obscurecen à los otros : si con todo eso en lugar de una Imágen , formada por la Luz , que reflecte en el objeto , que es la Imágen del relox , se emplea de noche un cuerpo luminoso , que arroja los rayos mas vivos , podrá ver qualquiera la verdad de lo que hémos dicho. Una buxía , presentada obliquamente , y à la izquierda del espejo , formará en la vista , puesta de la otra parte con la misma obliquidad , una Imágen muy viva F , provenida del fondo. A la izquierda de F habrá otra Imágen E , causada de la superficie exterior , ò superior , y ocupará , y se entrará yá más , yá ménos en la primera F. A la diestra de F estará la Imágen de las últimas reflexiones D , R , todavia menos lucida , y clara , que E ; y asi , se repetirá tres ò quatro veces cada una con ménos vibracion , y lucimiento. Véase la Fig. 13. Quanto

to

to el *crystal* sea mas espeso, y de mayor cuerpo, otro tanto mas separadas estarán las imágenes, y sobre la superficie gruesa, como sobre la mas delicada, se acercarán hasta confundirse à medida, que la buxía, se vaya colocando en situacion menos obliqua; y en fin, la reflexion de la superficie superior se hará sobre la misma linea directa, y perpendicular, que la del fondo, ò superficie inferior. Vé aqui lo que me pareció deducir de aquel principio establecido, ántes que yo tuviése conocimiento alguno del hecho de la llama de una buxia triplicada, como acabo de exponer: y despues de haber abierto la fig. 13, presenté la llama de una buxía en lugar del reloj, à muchos espejos, cada uno de los quales me volvió una imagen muy viva, acompañada de otras dos endebles, y deslucidas; (\*) algunas veces las últimas reflexiones iban dando hasta quatro, ò cinco imágenes que acompañaban la principal, pero cada una mas feble, conforme se acercaba à la extremidad. Presentada la misma buxía obliquamente à la superficie del agua, que yo habia echado en una jofayna, me pareció, que se debian observar, y disipar la mayor parte de los rayos en el agua debaxo de la superficie, y que la imagen reflexâ fuera de-

(\*) Yo creí, que esta experiencia era nueva; pero acabo de verla en Musschenbrock.

debía ser feble, y única; y en efecto, esto fue lo que sucedió.

67 Dexémos al presente la superficie duplicada en el espejo, y veamos, en qué punto hará aparecer el objeto la imagen, que se refleja en un espejo plano. Sea el espejo plano  $MM$  (Fig. 14.) el punto radiante, ó el objeto, que voy à ver, sea  $O$ , el punto de Incidencia  $I$ , ó la línea de Reflexión  $R$ , y la misma línea de Reflexión prolongada indefinidamente  $P$ . En esta línea de Reflexión, prolongada  $RP$ , será en donde la vista descubrirá el objeto falso, ó la imagen de  $O$ , y la verá en un punto tan distante de la Incidencia  $I$ , como lo está el punto  $O$ . Con que veremos el objeto falso, ó la imagen en el punto  $F$  de el lado de allá del espejo, y tan distante, como  $O$ , objeto verdadero, lo está de el lado de acá. La posición del Foco imaginario  $F$  se halla por medio de una perpendicular, tirada desde  $O$  à  $M$ , y prolongada, hasta que encuentre à la  $RP$  en  $F$ , formando así de una parte, y de otra triángulos iguales, y correspondiendo puntualmente el Foco  $F$  al punto  $O$ .

68 Si se juntan dos espejos, de modo, que formen un solo plano sin alguna inclinación del uno mas, que de el otro, el objeto se pintará como sobre una superficie única, aunque la mitad en el un espejo, y la mitad en el

el otro ; y segun el modo de presentar el objeto , y de separar los dos crystales , podrá aparecer la imágen sin irregularidad alguna. Pero si muchos espejos , ò los fragmentos de uno solo formáren diversos planos , ò el mas pequeño ángulo el uno con el otro , se verán tantas imágenes , como hay piezas diferentes : porque las imágenes se multiplican como las Reflexiones, las Reflexiones como las incidencias , y las Incidencias como los Planos.

69 Siendo , como es , el espejo convexo , ò el cóncavo una porcion de esphêra convexa , ò cóncava , y teniendo por consiguiente otros tantos pequeños planos , como puntos , parecia deber enviar à nuestra vista otras tantas imágenes , como tiene planos , y perpendiculares diferentemente inclinadas ; pero estos planos son infinitamente pequeños , y tienen tan poco campo , que no pueden reflectir sino un punto de la imágen. Mas por razon de sus diversas inclinaciones esparcen , y separan , ò unen , y juntan estos planos los rayos , que parten de diversos puntos de un objeto , de modo , que formen su imágen , yá mayor , ò yá menor , y tal vez disforme , y muchas caprichosa , y rara ; pero de qualquier manera , que pinten , hallámos siempre la causa en las diversas combinaciones de circunstancias , à que se puede aplicar el principio de la igualdad

de los ángulos de Incidencia, y Reflexión.

70 Preséntese una figura, ò un cuerpo luminoso à un espejo esphérico, convexò, ò cóncavo, ò cylíndrico, ò de otra qualquiera curvatura. Segun este objeto se aleja, ò aproxíma al centro de la curvatura, ò segun se coloca éntre el centro, y el espejo, ò se pone delante de él con mayor, ò menor obliquidad, asi resulta de dispersion de rayos, inversion de imágenes, disminucion en la figura, espantoso aumento en ella, y aún algunas veces transmutacion, y dislocacion de facciones, y (en la apariencia) imágenes, llenas de variedad, y capricho. Si, por exemplo, un espejo estañado es cóncavo por la parte anterior, y convexò por la otra, le hará esta disposicion cóncavo para la luz, que recibe; y poniendo éntre el espejo, y el centro de su curvatura un objeto, ò poniéndose uno à sí mismo, verá todas sus facciones extremamente grandes, y monstruosas; porque los rayos, que caen divergentes à la primera superficie, llegan todavia mas divergentes al fondo de el espejo, y à su última superficie, volviendo à la vista con un ángulo mucho mayor, lo qual aumenta el campo, y representacion del objeto. Si à este espejo se le pone delante una vela, se verán dos, y à veces tres, la una grande, como la que se presentó al espejo, y esta

re-

reflechte sobre el plano exterior, la segunda muy gruesa, y lucida, la qual proviene del fondo, con ángulo mucho mayor, y la tercera es todavia de un grandor mas excesivo, pero nebulosa, y deslucida, por formarse de la última reflexiôn de una superficie sobre otra. Si se coloca la vista en el centro de la curvatura, todos los rayos, que salen de los ojos, (\*\*\*) son perpéndiceles à la concavidad; y siendo los de Reflexiôn como los de Incidencia, los rayos volverán por la misma perpendicular, sin que veamos sino el ojo mismo, con que miramos. Los Opticos han examinado exâctisimamente estas figuras, y demostrado, que todas eran efecto necesario de dos principios de Reflexiôn, y Refraccion diversamente combinados, y aplicados segun las circunstancias. Estas averiguaciones, y noticias nos han traído efectos tan altos, y diversos de la Luz, que espantan, y maravillan, quando se ignora la causa del aumento, de la inversion, è inflexiôn, ò torcimiento de los rayos, que inmutan tan extraordinariamente las imágenes, segun el diverso camino que llevan. Tal es la enorme magnitud, que se da à figuras muy pequeñas en la linterna mágica, por la grande divergencia, que toman alli los rayos. Tales son tambien aquellas lineas confusas, y miembros, ò partes

(\*\*\*) O vienen à ellos.

tes dislocadas y esparcidas, que puestas à la vista de un espejo cylíndrico, nos proponen en su pulida, y tersa columna personajes de una apariencia gallarda, y de una regularidad graciosa, y perfecta. Pero como aqui buscamos efectos de algun servicio, mas que singularidades, ó ilusiones de sola diversion, y gusto, pasaremos à la explicacion de los instrumentos usuales, que han inventado los Opticos, y à los socoros, que en ellos ha hallado el hombre.

71 Los espejos, y vidrios transparentes, los cóncavos lenticulares, esphéricos, y otros, todos nos sirven, ò cada uno separado, ò juntos unos con otros.

72 La utilidad de un espejo plano es bien notoria. Siendo cierto, que trae consigo la imitacion mas perfecta de la Naturaleza, si en un gabinete, que forman el ángulo de un edificio, se ponen uno, ò muchos espejos, colocados enquadro, à modo de los vidrios de una vidriera, y ácia una larga fila de salas, esta fila se descubre duplicada: y si los espejos reciben el aspecto de un jardin, ò de un hermoso campo, todas estas apariencias se ven agradablemente repetida.

73 Por medio de la multitud de modos, con que un espejo se opone à otro, se consigue, no solamente, que se repita el objeto, sino una multiplicacion de las mismas imá-



genes de inmensos lejos , y tanto que se pierden de vista. Para bruxulear , ò concebir la posibilidad de todos estos efectos, póngase una vela éntre dos espejos , y notarémos , que la llama , que estámos viendo en sí misma , se pinta en el espejo de la diestra , y esta misma imágen reflecte en nuestros ojos , y en el espejo , que está à la siniestra , en donde hace tambien otra doble reflexiôn ; es à saber , en nuestros ojos , y en el espejo de la diestra. Con esta imágen se empieza aqui otra nueva reflexiôn , semejante à la primera , aunque mas feble : con que ya tenemos quatro , ò cinco imágenes , causadas por sola una impresion de la imágen en el espejo , colocado à la diestra , y de las diversas idas , y venidas , que la van multiplicando. A estas quatro imágenes juntense otras tantas , producidas por la caída , y progresos semejantes de la misma imágen sobre el espejo , que pusimos à izquierda , y tendrémos con solo dos espejos ocho imágenes en un solo objeto. Todo esto se concibe bien , sin que para ello sea necesaria figura. Muchos , y mas numerosos efectos podrémos lograr , si trocamos la posicion de los espejos , ò si se multiplican los planos : de modo , que las combinaciones , que caben , son tantas , que no tienen fin:

Con-

## 256 Espectáculo de la Naturaleza.

El Polemos-  
copio

Fig. 13.

64 Concíbese un Tubo, que tenga una abertura lateral en E, y otra en I. En frente de cada abertura póngase un espejo plano inclinado 45 grados, ò medio ángulo recto ácia el suelo. La perpendicular, que caerá sobre la superficie del espejo, formará dos ángulos rectos. Los rayos exteriores, que vendrán paralélos à caer al pié de esta perpendicular en E, forman con ella ángulo de 45 grados, y hacen su reflexión à lo largo del tubo, debaxo de un ángulo de los mismos grados. Estos rayos comenzarán el mismo juego en el otro espejo, colocado en I, pues está con la misma inclinacion: la Incidencia es la misma, y la Reflexión tambien. En un campo, ò en una plaza sitiada se pueden servir de este instrumento. Desde dentro de un baluarte, ò detrás de un parapeto, alargado, y échado fuera el cabo E, volviendo la abertura lateral à la parte, que convenga, por todo el circúito, y aplicada la vista I, se podrá registrar sin riesgo, si trabaja el Minador con su zapa, ò qué movimientos, y operaciones executa el enemigo. Y esta es la causa, por que se le ha dado à este instrumento el nombre de *Polemoscopio*. (\*\*) Si desde dentro de nuestro mismo gabinete, ò quarto queremos ver una plaza pú-  
bli-

(\*\*) De la palabra *πολεμὸς*, que significa *Guer-  
ra*. Véase el Dic. de las Cienc. y Art. de París, let. P.

blica, ò una Feria, que se celebra à un lado de donde nos hallamos, ò vivimos, dirigida la abertura E à los que compran, y venden, nos representará en I todos sus movimientos, y en los que tumultúan, y riñen sus acciones, y sus gestos, todo con la mayor distincion, y viveza.

75 La colocacion de este espejo, inclinado 45 grados sobre el suelo de la Cámara obscura, que se transporta al lugar, ò parage, que se quiere, dispone los rayos recibidos por la abertura lateral, ò anterior, à subir à lo alto en ángulo recto: pues dos ángulos, de 45 grados cada uno, componen el ángulo recto ò los 90 grados, que tiene. Los rayos, ò pincéles llevan sus extremidades à dar en un pergamino (\*\*\*) patente, y bien estirado, en el qual ordenan todos los puntos de los objetos. Asi logramos una pintura fiel, si la queremos, ò aprendemos à dibuxar con perfeccion, copiando la Figura de una verdad exâcta.

La Cámara  
obscura.  
Fig. 16.

76 Este instrumento se perficiona, añadiendo à la abertura por donde entran los rayos, uno, ò muchos tubos, ò cañones, que se puedan acortar, ò alargar, hasta ponerlos en su punto, y en ellos se ajusta una lente apta para reunir los rayos, que llegarían à la vista, y para fortificar, aclarar la pintura, que deseamos.

Fig. 16.

Tom. X.

Kk

El

(\*\*) O papel encerado, ò crystal deslustrado por el uno, ò por los dos lados por medio de la frotacion, &c.

258 *Espectáculo de la Naturaleza.*

Anteojo lateral.

77 El espejo inclinado, y con el auxilio de un vidrio lenticular, ò para ciertas vistas, de un vidrio cóncavo, es hasta ahora todo el artificio del anteojo lateral: este se dirige siempre, no cara à cara de las personas, que se quieren ver mas distintamente, sino de través, y como quien formó, desde que la estaba mirando sin el anteojo, un quarto de conversion, para mirarlas con él, lo qual parece mejor, y es mas política, que apuntar con el anteojo à quien se mira, para estudiarle las facciones, y decorarle la cara.

78 El Grabador, que copia un Diseño, le dexa inverso, ò al contrario de su postura natural, para que salga conforme à ella, quando se estampe la Lámina. Por esta causa veremos en ella el Retrato que se abrió de un Caballero con el espadin ácia la mano diestra, y tambien, debaxo del brazo derecho, el sombrero. Pero un espejo puesto al lado del Diseño hace la primera transposicion, y la impresion, ò estampa da la segunda à la figura sacada por medio del espejo, dexándola en su verdadera postura, y estado connatural.

79 Tiradas algunas de las primeras líneas; y presentadas, ò puestas delante de algunos espejos, cuyas lunas forman ángulos mas ò menos abiertos, dan medio para hallar prontamente Helices, Volutas, ò Roléos de la apariencia mas agradable, líneas tira-

radas con la mayor sutileza , y dimensiones, ò compartimientos de Jardines, de tan extraordinaria symetría , que aun no parecen imaginables.

80 En un espejo aún no muy grande vemos los objetos , y personages con su magnitud natural , y el Burilador , ò Pintor , que los desea sacar al vivo , extiende delante de un espejo un papél dividido en otros tantos quadraditos , quantos quadrados de mayor magnitud, aunque de la misma proporcion , tiene ya sobre el lienzo : observa con qué ángulo , y línea se encogen , ò extienden los dedos , sale el codo , se halla la espalda , y qualesquiera otras partes ordenadas , y puestas al lado del espejo , y todo quanto se ha copiado de él en esta excelente , y pequeña pintura se vuelve à copiar , reduciéndolo de menor à mayor , con la misma proporcion , y magnitud , que se desea , en el lienzo. Luego el espejo es un socorro admirable para la justa posicion , y para la proporcion mas delicada , y perfecta en los Retratos ; y es asimismo una escuela segura de la situacion , y dimensiones , con que debe proceder la Perspectiva.

81 Las personas , que tienen el humor crystalino en los ojos , muy llano , por la parte anterior , (defecto , que acaece por lo comun à las que son de mucha edad) , necesitan alejar el libro , ò objeto , que quieren ver clara-

## 260 *Espectáculo de la Naturaleza.*

mente: porque quando está próximo, son muy divergentes los rayos, y continúan en serlo en los ojos, de modo que el *crystalino* no los reúne, sino de la parte de allá del fondo, y centro de los ojos mismos. De aqui es, que los focos de los rayos no se hallan entónces sobre las fibras, en que se forma la pintura ocular; y para esto se necesita, ò alejar el objeto que se mira, ò que éntre él, y la vista se interponga una lente delgada, y capaz de dar à los rayos aquella cercanía, que los hace concurrir, no de la parte de allá de los ojos, sino precisamente en su centro.

Anteojos con-  
cavos.

82 Los que miran acercando mucho el objeto à los ojos, procuran remediar asi la grande convexidad, que tiene su *crystalino*. Quando reciben de lejos los rayos poco divergentes, que se reúnen por el *crystalino* muy convexo en algunos puntos del humor vitreo, la imágen de este foco les es inútil, pues los rayos se cruzan alli, y van à causar una vibracion, ò bamboléo, y repercusion confusa en el fondo de los ojos. El remedio de este mal es acercar el objeto, que se mira: porque los rayos, que entran en la vista con un ángulo muy grande, y muy divergentes, no se acercan tan presto; y en este caso la curvatura, ò rotundidad grande del *crystalino* los dirige à focos proporcionados, que forman una pintura clara, y perfecta en el fondo de los ojos. Si el ob-

objeto no se quiere acercar tanto, se usa de una luneta, ò anteojos cóncavos, que esparcen, y divergen los rayos de modo, que compensan la convexidad excesiva del crystalino.

83 Acaso la óptica nos provee, no solo de buenos instrumentos, sino que nos da tambien saludables avisos. Es buen método, no usar para el trabajo de los ojos, sino de una luz mediana: con esta precaucion habitual, y tomada con tiempo, y en buena edad, muchas personas llegan à sesenta años, y mucho mas adelante, sin necesitar de anteojos algunos. ¿Serán acaso los ojos como el estómago? La abundancia demasiada le es muy nociva à los órganos y comunmente quanto mas les den, suelen querer mas; y enseñados à esto, la menor disminucion les hace daño, y de aqui proviene la debilidad, y se siguen los achaques.

84 De estos principios podrá V.m. deducir el efecto de la luneta cóncava, y del vidrio convexô por los dos lados, ò por uno solamente. Una llama, con la vela, que la produce, envia desde todos sus puntos otros tantos pinceles de rayos que recibidos en un crystalino muy convexô, ordenan sus focos en el humor vitreo, lo qual hace que se pierda, y arruine la Imágen. Para hacer pasar mas lejos esta pintura, y que llegue hasta el fondo de los ojos, se les presenta à los rayos la luneta, ò vidrio cóncavo DE, fig. 17. Sigamos aqui la derrota de dos pin-

El antejo,  
ò luneta conca-  
va.

ce-

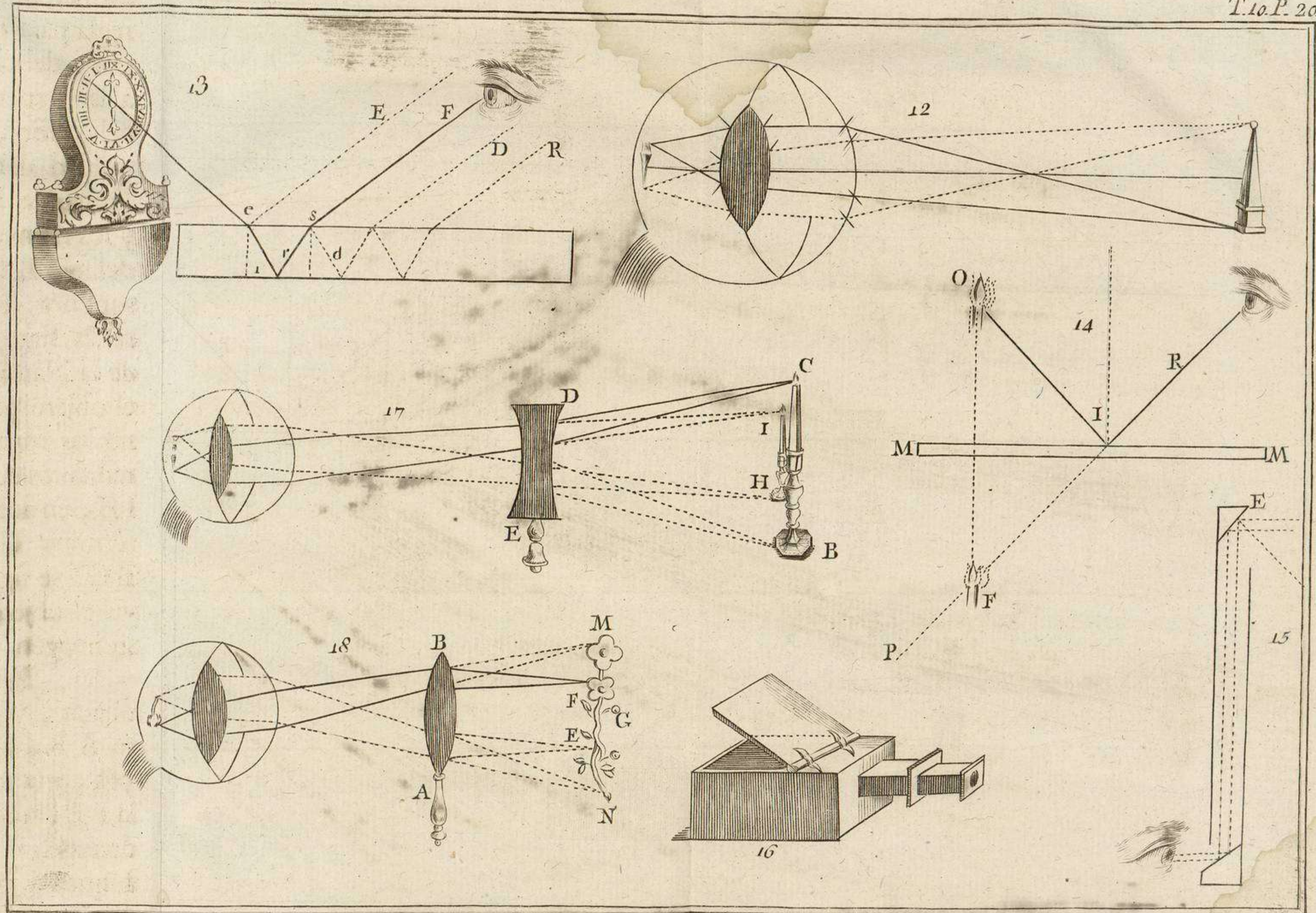
celes (ò conos , que estrivan en la pupila , y se forman por los rayos)  $CB$  , y nos servirán de regla para todos los demás. Las dos lineas exteriores del cono , que proviene de  $C$  , se acercan à la perpendicular por razon de la densidad del vidrio , y se alejan de ella un poco en la raridad del ayre , encaminándose à pintar la llama de la buxía en lo inferior de la vista ; y los rayos , conos , ò pincéles , que provienen del pié  $B$  del candelero , le pintan en la parte superior de la vista ; y estando en ella inversa la figura , se verá recta. Esta es la regla de la Naturaleza. Pero quando percibe la vista el objeto por medio de rayos que se doblaron , no los conduce à su verdadero sitio , y puntos radiantes  $CB$  , sino à los puntos imaginarios  $IH$  , en donde parece , que se unen ; y como el término  $I H$  sea mucho mas pequeño que el  $BC$  ; se sigue , que el vidrio cóncavo disminuye el objeto ; pero manifiesta mas claramente su imágen.

La lente

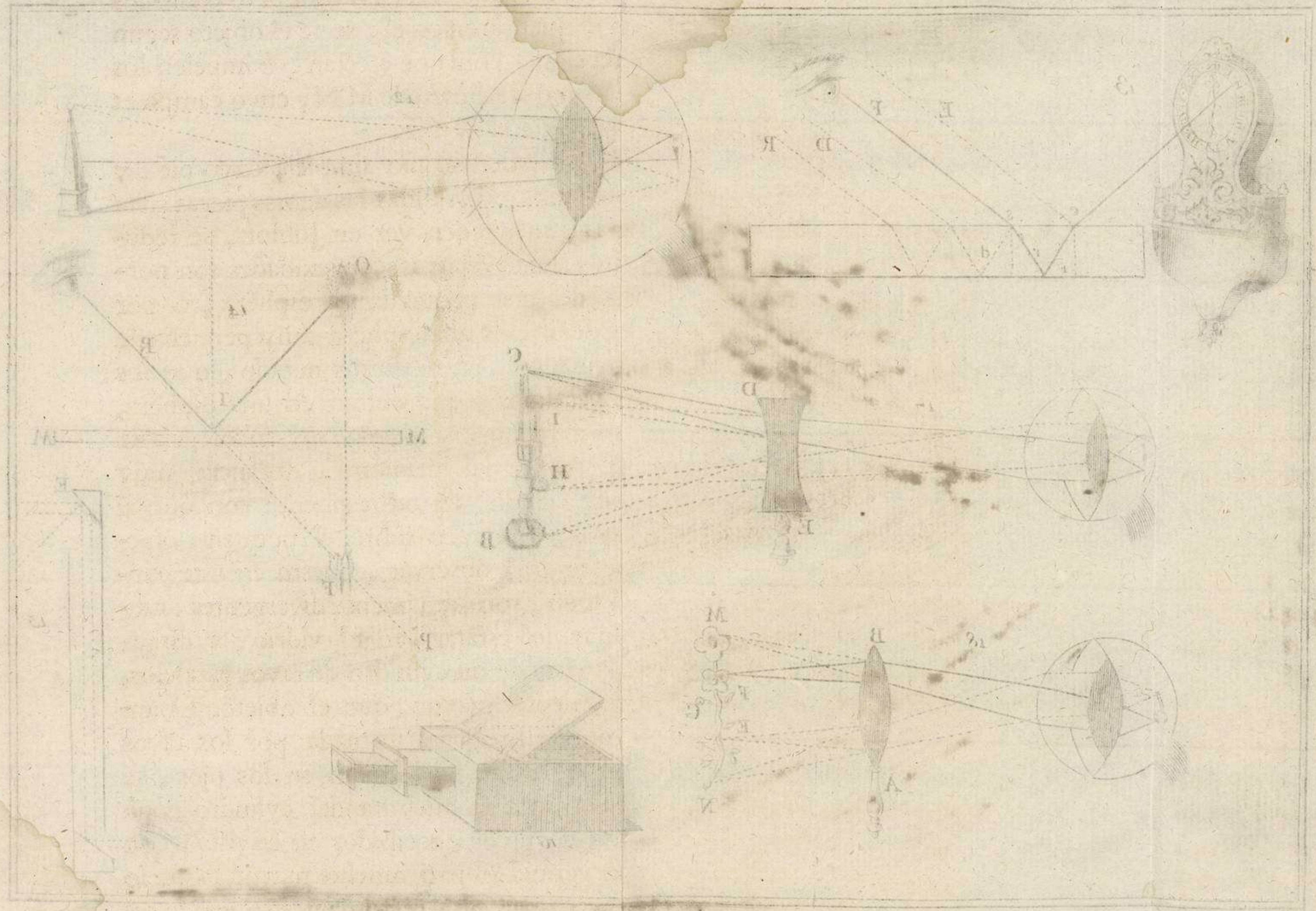
85 Por el contrario : el espacio se debe dilatar , y aumentarse la magnitud con la lente  $AB$  , fig. 18. La razon es porque los rayos , que salen de la parte inferior , y superior la  $FE$  , que está entre el medio  $G$  , y la lente , divergen ò se esparcen en el vidrio , y vienen à quedar casi paralélos , salen tambien del vidrio todavia divergentes , è invierten el objeto en la vista ; de donde se sigue , que aparece

rec-





Prosecucion de la Optica



Proyeccion de la Optica

recto pintándose en los ojos del mismo modo, que si no miráran con el vidrio; pero como los rayos se quebraron en él, se ve el objeto segun la direccion, con que afectan, é impelen los ojos, como si saliésen de M N, cuyo campo es mayor, que el de F E.

86 El Microscopio simple, cuyo pié, y sustentáculos, con todas las demás piezas subsidiarias, se pueden ver en Joblot, se reduce à una lente, cuyas convexidades son porciones de una pequeñísima esphêra, ò por mejor decir, es una esphêra muy pequeña de vidrio blanco. Ya dexámos notado, que los rayos paralelos, que entran en una esphêra, se van à reúnir, y tienen sus focos ácia la quarta parte del diámetro, distancia muy pequeña siendo de tal esphêra: con que si los rayos, que caen sobre el pequeño objeto que se vá à observar, puesto en este punto, ò foco, son sumamente divergentes; mucho mas lo estarán en el vidrio, y dirigi-rán à la vista de un cylindro de rayos paralelos, excesivamente mayor, que el objeto. El ángulo de la Imágen, formada por los rayos que se quiebran, y doblan en los ojos, se rá conforme à la anchura del cylindro, ò à la masa de rayos, recibidos en la vista: con que se verá el objeto mucho mayor, que lo que es, y aparecerá recto, pues se queda como si la vista no se ayudára de cosa alguna;

por

El Microscopio simple.

## 264 *Espectáculo de la Naturaleza.*

por enviar los rayos de esta parte superior à la inferior, y de la inferior à la superior, lo qual invierte la Imágen, medio único, y seguro para verla recta.

87 La necesidad de aproximar un objeto pequeñísimo à un vidrio ajustado, y puesto en un pié de algun grueso, y magnitud, dexa el objeto justamente à la sombra, y à la Imágen difícil de aclararse, y descubrirse. Dexémos todos los medios imperfectos, que se han empleado hasta ahora para obviar este inconveniente, y vengamos desde luego al que se ha hallado mas simple, y al mismo tiempo mas eficaz, para tener una luz abundante, reflexionada sobre el pequeñísimo objeto, que se vá à ver. Este es el Microscopio, inventado por M. Descartes, y perfeccionado por M. Liberkun, sabio Prusiano, y que tuvo à bien comunicarnosle por sí mismo, y mostrarnos su estructura. Una basa, ò asiento ancho de madera, una S, zapa-ta, ò canecillo de plata, con su tornillo para poderlo acercar, ò alejar, como conven-ga, y doblar todo el instrumento, encaxan-do unas piezas en otras, à fin de traerle en la faldriquera juntamente con el pié; y un brazo, y una aguja con sus pinzas, este es el sustentáculo, que nada tiene de extraordinario. Dos pequeños embudos de laton, ò plata, con una abertura en el vértice, mas peque-  
ña

ña que el cuerpo del glóbulo , ò esphêra de vidrio , que deben recibir , y contener : un espejo cóncavo de plata en forma de solidéo, de una pulgada , ò menos de diametro , perfectamente terso en lo interior , y agujereado por medio de su concavidad para recibir en los encaxes , que tiene , la extremidad, ò pezones de los embuditos : este es el cuerpo del Microscopio. Puesto , pues , el objeto à poca distancia del vidrio esphêrico , è iluminado el punto del Foco con la reflexión de la Luz , que resalta del espejo , se ve clarísimamente la superficie del objeto , que se puso. Entre la rotundidad del espejo , y la pequeñez de la lente , hay una proporcion ajustada , para que los rayos reflexôs concurren con la posicion del objeto. La entrada del pezon del embudo en la abertura , hecha en medio del espejo , facilita este concurso del centro de la concavidad con el Foco del vidrio. Pero quando la situacion no fuese tan à propósito como debe ser , concurriendo la Luz de varios modos , y resaltando de muchas maneras de lo terso , y pulido del espejo , se dobla , y reflecte siempre con bastante abundancia sobre el objeto , para hacer que la Imágen salga tan clara , como dilatada , por la magnitud del ángulo.

88 Componiendo el Microscopio con muchos vidrios , se ha hallado el medio de am-

El Microscopio de Reflexión con tres vidrios ,

## 266 *Espectáculo de la Naturaleza.*

plificar todavía más la imagen, de distinguir mejor los animales más pequeños, que nadan en los líquidos, y de descubrir con más perfección de vasos nutritivos, y característicos de las partes de la vegetación, ò del cuerpo de un animal. Dexaremos por ahora muchas especies de Microscopios, y trataremos aquí del de tres vidrios, y de doble reflexión. Comencemos por el progreso, que hacen los rayos. En la figura 20, SS, es la porción de un espejo cóncavo, puesto en la parte inferior sobre la basa ò pié del Microscopio. Los rayos paralelos reflejten en esta porción de espejo obliquamente, y concurren en un foco de alguna extensión AB; y aquí se pone el objeto, que se quiere ver. De este punto, que está con corta diferencia en el centro de la curvatura de la lente objetiva CE, pasan los rayos por la lente, y salen casi paralelos para ser recibidos en el vidrio lenticular hg, el qual es muy grande, à fin de que reciba los rayos sin desperdicio: de aquí pasan à df, en donde concurren en Focos, ò vértices de conos, ordenados éntre sí, como lo estan los puntos del objeto, aunque mucho más anchos, y dilatados. Nótese, que à causa de la transposición de los rayos queda esta imagen inversa: pues desde ella, como desde un objeto verdadero, parten los rayos para llegar obliquamente à nk, tercera lente, que se llama

El Microscopio de Reflexión con tres vidrios.

Fig. 20.

LI

Tom. X. ma

ma ocular , de donde salen paralélos éntre sí, y van à pintar en la vista la imágen d f, de donde partiéron últimamente. Esta imágen llega inversa , con que la que perciban los ojos saldrá recta , invirtiéndose los rayos d f en la vista; quando , si la imágen estuviera recta en los ojos , como lo está el objeto verdadero , parecería inversa sin duda. Ya tenemos el esqueleto , ò armazon del gran Microscopio de reflexión : veamos ahora en el cuerpo total el uso , que tiene.

AAAA El cuerpo del Microscopio , apoyado sobre tres piés , ò canecillos bbb , sobre un sustentáculo , ò basa C , en que está el caxoncito D para guardar las lentes , y demás instrumentos , y piezas , que se necesitan en el manejo del Microscopio.

Fig. 21. Baker  
Themicroscop.  
Madecasy.

ee Tubo , ò cañon , que se introduce en el cuerpo del Microscopio. Este tubo , que lleva ajustada en la parte mas ancha la lente grande , se va disminuyendo ácia las dos extremidades , de modo , que en la superior tiene la lente ocular , y la inferior f se remata en un pequeño tornillo g , dispuesto para recibir la caxita cylíndrica , en que ajusta la lente objetiva. El caxoncito tiene cinco (\*\*\*) todas desiguales , ò de diversos grados, y aumento. El cañon ee , subiendo , ò ba-

Ll 2 xan-

(\*\*) Ocho traduce el Italiano.

## 268 *Espectáculo de la Naturaleza.*

xando libremente , ayuda à encontrar el punto, que conviene al Observador.

La Plataforma (\*\*a) de latón , agujereada en M , para recibir el fiador (\*\*b) N. Este instrumento N está compuesto de tres círculos, inmóviles los dos , y móvil el otro : aqui se introducen horizontalmente aquellas planchitas (\*\*c) de marfil , qual es la que se señala con el número 4 ; en estas planchitas está encerrado el pequeño objeto éntre dos hojas de talco de Moscovia perfectamente transparentes , y se afirman por medio del resorte de un anillo de latón , ó arambre , que las asegura , y comprime. La planchita 4 va , y viene como se quiere de modo , que dexada , queda sin movimiento y segura ; porque el círculo móvil se arrima por sí mismo al círculo superior por medio de una espira de acero. O , platina (\*\*d) con muchos agujeros redondos , para recibir diversos objetos pequeños , los quales se aseguran con talco , como diximos de las planchitas. Uno de estos agujeros se cierra con un vidrio cón-

ca-

(\*\*a) El Italiano *piattafórma*.

(\*\*b) A esta pieza , à quien los Franceses dan el nombre de *Porte lame* (no obstante que lo omiten por lo comun en esta significacion sus Dictionarios) le llamamos aqui *Fiador* , por ser quien asegura , afirma , y detiene las planchitas de marfil , en que está puesto el objeto , que se registra. El Italiano le llama solamente *Lámina*

(\*\*) Algunos les dan el nombre de *Lentes* à estas planchitas ; pero aqui le damos este nombre , y no el de lente , por no confundirlas con las *Lentes* , ó vidrios de aumento : si bien à estas les dan otros con bastante propiedad el nombre de *Magnificantes*.

(\*\*d) Italiana Lat. *Piastretta Lámina*.



cavo, para que reciba algunas gotas de licor; en que se ha tenido por algun tiempo paja, heno, ò el follage de alguna otra Planta, para que oven, y se crien Insectos pequeños: dos de estas aberturas, ò agujeros se tapan, el uno con un suelo de marfil, para que sobresalga mas el color de los objetos opacos, y cenizientos; y el otro con un suelo de Evano, para que se disciernan mejor los objetos opacos de color claro. El boton del medio de esta platina se entra, y aprieta en P, para que ruede, y se mueva circularmente como sobre un Exe, ò espiga, y conduzca de esta manera el objeto, que se quiere, sobre la abertura M.

K Espejo cóncavo, que da vuelta sobre dos tornillos SS dentro del semicírculo R, que tambien se mueve sobre su espiga c, y por medio de la libertad de estos movimientos se encamina la reflexiôn, yá sea de la luz de una vela, ò yá sea del Sol, ò del Horizonte, al objeto transparente, que se observa en M. Esta primera reflexiôn puede servir de dia, y tambien la de la vela.

V Vidrio convexô por una parte, y plano por otra para arrojar de algo lejos la luz de una buxía, y unir sus rayos en un Foco vivo sobre el objeto opaco puesto en M. Este vidrio juega sobre su espiga, como el espejo cóncavo, y la encaxa en la abertura W: y esta es una segunda reflexiôn, que podrá con-

du-

270 *Espectáculo de la Naturaleza.*

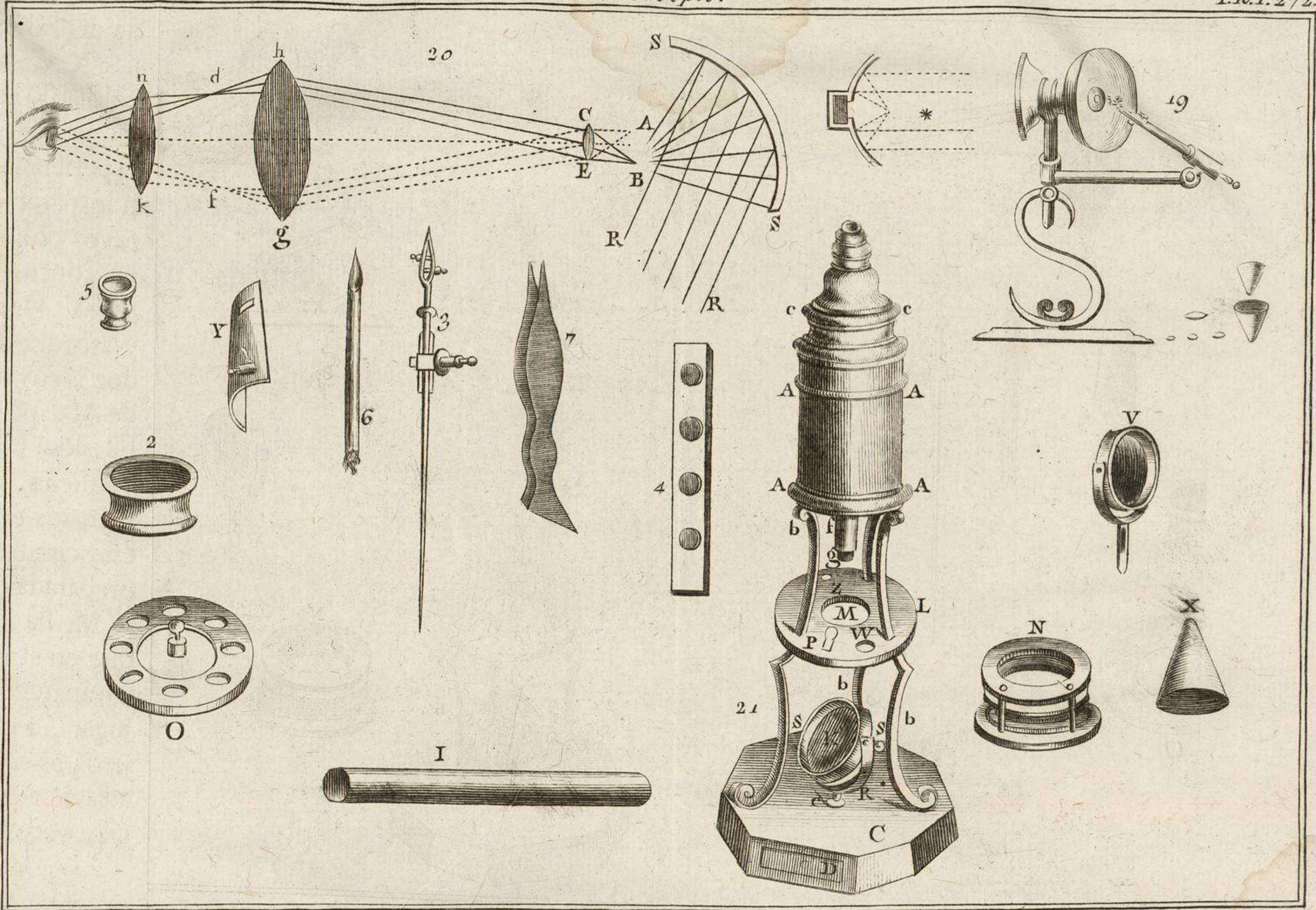
ducir en la ocasion para tener luz bastante; pero de dia no es necesaria.

X Cono cóncavo de madera negra para colocarle en la abertura M, quando se usan las lentes, ò magnificantes de mucho aumento. La experiencia enseña, que la imágen del objeto transparente se distingue mejor separando los rayos obliquos, que envia el espejo, quando no concurren à formarla.

Y Una Platina curva, en que se pone, y asegura un cabezudo, (\*\*) un gobio, ò cadoz, cuya cola transparente, puesta en medio de M, permite ver la circulacion de la sangre. Puédese tambien meter en el tubo I una Rana pequeña, un Lagartillo, ò una Anguilita viva, y en sus extremidades se ve maravillosamente esta circulacion, poniendo el tubo en las asas, preparadas para este efecto debaxo de la abertura M. La circulacion aparece rapidísima, aunque en sí no lo sea tanto, al modo que el objeto aparece tambien mayor de lo que es. Si el lugar, à que se extiende en la apariencia el objeto, es cien veces mayor que él, la sangre, que atraviesa este espacio, debe parecer, que camina cien veces mas de lo que en la realidad camina.

Es

(\*\*) El *Cabezudo* es una especie de Mugil, en Latin *Capito*, y *Cephalus*, en Italiano *Cavicchio*, en Griego *Κέφαλος*. La palabra, que aqui se traduce, que es *Tetard*, significa tambien un Escarabajillo acuático, negro y de cabeza grande. Véase el Dic. de Trevoux, Nebrija, el de siete Leng. la trad. Italiana. &c.



Los Rayos que caen paralelos sobre la curvatura del Espejo son llevados Obliquamente hacia el foco de la Lente Este -  
 Microscopio se perfecciono por M. LiberKun; pero le invento M. Descartes Dioptr. C.9.

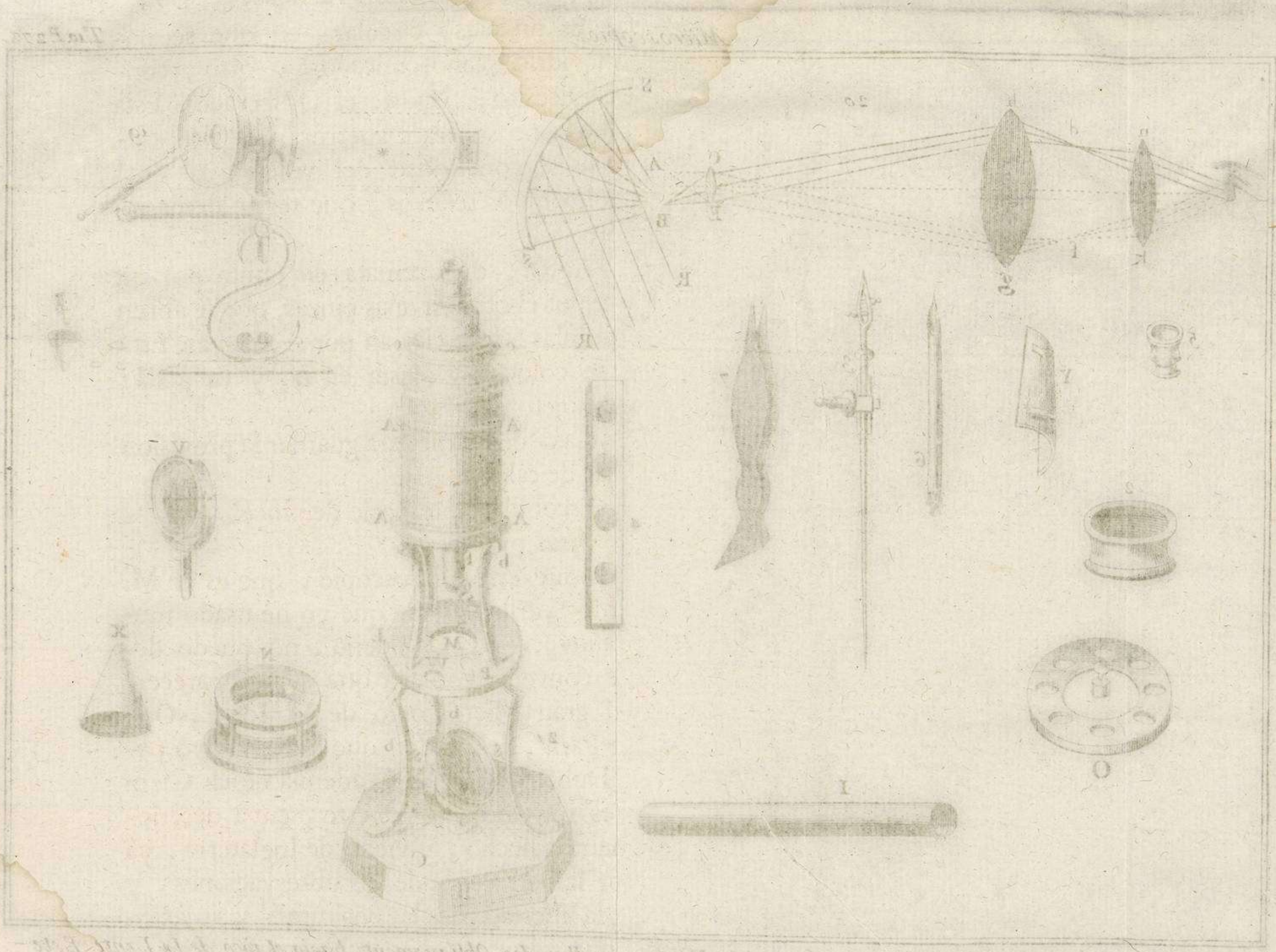


Figura 1.

MICROSCOPIO

Este Microscopio se compone de un tubo de vidrio que se sostiene sobre un pie de metal. En el extremo superior del tubo se coloca un lente convexo, y en el inferior otro de mayor distancia focal. Entre ambos lentes se coloca el objeto que se quiere examinar. El tubo se puede mover para acercar o alejar el objeto de los lentes, lo que se logra mediante un tornillo de ajuste. El pie del microscopio tiene un anillo para sujetarlo a una superficie plana. En la parte superior del tubo hay un ocular con un lente convexo para facilitar la observación. El tubo también tiene un anillo en la parte superior para sujetarlo a un soporte. El pie del microscopio tiene un anillo en la parte superior para sujetarlo a una superficie plana. En la parte superior del tubo hay un ocular con un lente convexo para facilitar la observación. El tubo también tiene un anillo en la parte superior para sujetarlo a un soporte. El pie del microscopio tiene un anillo en la parte superior para sujetarlo a una superficie plana.

2 Es un Vaso circular, en que se pone un vidrio plano-cóncavo, ù otro, conforme necesite, ò guste el Observador. Esta pieza se pone sobre la abertura M, y el objeto en la concavidad del vidrio, la qual disipa los rayos reflexos, que serían demasiados.

3 Aguja, que remata en punta por un lado, y por el otro en unas pinzas, que se abren apretándolas, y se cierran por sí mismas. Esta aguja se coloca, y ajusta en Z, y va á dar con el objeto en M.

5 Caja de marfil para guardar la provision de hojas de talco.

6 Escobilla, ò especie de pincél.

7 Otras pinzas.

Aúnque este Microscopio, que es de M. Eduardo Scarlet, y de que yo hé usado muchos años, sea muy bueno, no puédo dexar de convenir con los que son de parecer, que el gran Microscopio de M. Jorge, Optico de París, del modo, que le construyó para M. Duhámel, de la Academia de las Ciencias, es muy superior à este, cuya descripcion hemos hecho, y viene de Inglaterra, yá sea por la perfeccion de sus observaciones, y yá por la libertad para las posituras, y situaciones, que admite con notable multiplicacion de efectos.

Quando se trata de ver objetos transpa-  
ren-

rentes, este es el Microscopio mas útil; y aún con el socorro de la segunda reflexión no dexa de servir para los opacos: sí bien para el estudio comodo de estos es mas conveniente, y delicioso el Espejo cóncavo de M. Liberkhun.

Telescopio  
Astronómico.

89 El Telescopio Astronómico, y el Telescopio doble, que se aplica al Graphómetro, solamente tienen dos vidrios. Este Telescopio, recibiendo los rayos del objeto lejano, los modifica, como si viniésen parálelos, de modo, que se van à unir à sus focos respectivos, ordenándose como lo están los puntos del objeto en alguna parte de los vidrios del antejo. La distancia del Foco es tanto mayor, quanto la curvatura del vidrio objetivo es porcion de mayor esphèra. Llegando al Foco inversa la imágen, aparece recta en los ojos; y asi, debe aparecer inverso el objeto, que se mira. Pero la claridad, con que se descubre la imágen, y la hermosa iluminacion, con que la representa la Luz, hace, que pase la Astronomía por este inconveniente, que en la realidad no lo es; pues importa poco, que un Planeta, que es rotundo, aparezca de un lado, ò de otro, inverso, ò recto. Tampoco incomoda en la medida de un terreno, porque la question no es en ella, sino de tener en punto determinado en la imágen recta, ò inversa. Tambien se mira este inconveniente, como si no lo fuera, en el Microscopio compuesto, donde se trata de ver un pequeníssimo objeto, cuya situa-  
cion

cion es para el asunto indiferente. No es lo mismo en el Telescopio terrestre, que extendiendo mucho un Emisphêrio, ò abrazando un campo muy dilatado, y un número de figuras, como arracimadas à manera de una pintura, ò quadro histórico en un mismo suelo, y nivél, nos debe representar los objetos, de modo, que se puedan distinguir.

90 El Telescopio terrestre tiene quatro vidrios. Solo ver la figura manifiesta el camino, que llevan los rayos de luz, y la inversion, que se hace de la última imágen en los ojos, lo qual es causa de una verdadera rectitud.

Telescopiu terrestre.

La fábrica de este instrumento consiste en muchos cañones, ò tubos de cartón, que entran el uno en el otro, si ya no se constituye, para usarle solo en casa, todo de una pieza. El primer cañon encierra otros dos, que no se sacan de modo alguno, quando se usa del antecjo. De estos tubos, ò cañones el uno, que es sumamente pequeño, tiene una lente ocular, y el otro mas largo, que se encaxa tambien, para que permanezca estable al otro lado del primero: trae asimismo dentro otras dos lentes, que tambien se llaman oculares, ò lente ocular segunda, y tercera. En el último de los cañones grandes está el vidrio mayor, que se llama objetivo. Los círculos pequeños, ò diaphrâgmas, que se ponen en lo interior de los tubos, éntre las lentes, y en los puntos, que constituyen el

foco común, sirven para absorber los rayos nocivos à la claridad de la imágen.

91 Estos Telescopios tienen tres grandes inconvenientes. 1.º La multiplicacion de los vidrios, que hace sombría la imágen con la pérdida de tantos rayos como reflexan en quatro vidrios. 2.º Siendo los rayos de colores diversos en la luz misma, como ya diximos en otra ocasion, (a) se doblan con desigualdad, especialmente si vienen muy obliquos, lo qual hace, que las extremidades de la imágen aparezcan obscuras, y ofuscadas con iris, ò franjas de diversos colores. 3.º La longitud de estas máchinas, aunque no sea sino de seis, ù ocho piés, hace su gobierno difícil, doblanse por razon de su longitud, y el objeto se pierde de vista: el transporte, y el pié, sobre que se arma, son embarazosos en demasía. Esto supuesto, propondrémos aqui otro Telescopio mas útil, ligero, y manejable, de modo, que equivale à un tubo; ò antejo de 8 piés, con que solamente tenga 15, ò 16 pulgadas y à un Telescopio de 18 piés con solo tener dos, y medio. Este es el que se inventó ya há casi cien años por un Optico Escocés, (b) que le hizo grabar, y publicar el año de 1663. Despues se ha perficionado, y es éntre todos el que mas ha agradado al Público, principalmente despues de los diferentes grados de perfeccion,

(a) Tom. 7. Conv. IX.

(b) Optica promota Jacobi Gregori.



y facilidad, con que en Londres, y París le han trabajado, y en que parece iban como à porfia. Sus dimensiones las tenemos en un Tratado muy bueno de M. Pasemant, à cerca de la construcción de este Telescopio, y del modo de volver sus vidrios, y sus espejos. Este Oficial inteligente nos da motivo para esperar nuevas producciones de su industria. (\*\*)

Fig 23: el Telescopio de espejo agujereado. La primera vista descubre en él, que consiste en muchas piezas fáciles de distinguir. 1.º Un pié muy simple, y muy cómodo, que se desarma, y reduce à varias piezas. 2.º Una rodilla, que ayuda ácia todas partes à la movilidad del Telescopio. 3.º Tornillos, de los quales unos afirman la rodilla, y otros unen el cuerpo del Telescopio à su pié, y sustentáculo. 4.º Un tubo de cobre, cubierto de zapa, de 13 pulgadas de largo, y dos, ò poco más en su interior, ò en el alma del cañon. 5.º Otro pequeño tubo, ò cañuto de laton, embutido en el primero, y de tres pulgadas de largo. 6.º El husillo, que es una varita de acero, terminada en un boton ácia el tubo pequeño, y arrimada à lo largo del cañon grande.

El uso del pié es bien sabido. El cañon pequeño no tiene sino una abertura de un quarto de linea para aplicar à ella la vista. La extremidad

(\*\*) Este punto omite la traduccion Italiana.

276 *Espectáculo de la Naturaleza.*

exterior del cañon grande está toda abierta para recibir parálolos los rayos, que vienen de los objetos lejanos. Estos rayos caen al fondo del cañon grande, en donde hallan un espejo cóncavo agujereado por medio con una abertura de seis lineas; y recibiendo los rayos parálolos en la concavidad, los vuelve à enviar obliquamente, de modo, que los reúne en un foco distante nueve pulgadas: alli se cruzan, y hacen divergentes, y de este modo van à caer sobre la concavidad de otro espejo de ocho lineas de diámetro, y 18 de foco. Estos rayos encuentran la superficie tersa, y pulida en medio del tubo ancho, à diez, y ocho lineas de distancia del foco precedente, y à diez pulgadas, y media, con poca diferencia, del espejo agujereado, à el qual hace cara el pequeño. Este se pone, por lo comun, en el hueco del cañon grande en un curso, ò brazo, que se juega desde fuera por un agujero lateral con el tornillo, que termina la varita, ò husillo de acero. El espectador da vueltas al boton à un lado, y à otro, y adelanta, ò atrasa el cursor con su espejo, segun la lejanía de los objetos, ò segun la disposicion de su vista. Los rayos, despues de haberse cruzado en el foco comun de los dos espejos; y de haber caído obliquamente en la concavidad, resaltan por lineas casi parálolas; lo qual las dirige ácia la abertura del espejo grande, entran por ella, y encuentran debaxo de una pequeña obliquidad al principio, ò entrada del segundo

do

do cañon el primer vidrio, que es plano-conve-xô, el que los junta, y forma una segunda imá-gen ácia el medio del cañon, y del lado de acá de su propio foco. La negrura de los lados, ò paredes del anteojo, y un diaphrâgma, puesto ácia la union de los conos, ò pincéles, acaban de aclarar la imágen: y como representa, y cor-rige la precedente, los rayos, que salen de aqui, como del objeto mismo, pasan al segundo vi-drio en forma de media luna; y atravesándole, ganan la abertura de quatro lineas, y forman en la vista la pintura inversa: de donde se sigue, que los objetos aparezcan rectos, y en su natural postura. Los rayos paralélos, que salen de la me-dia luna, mostrarán el objeto como colocado en la parte de donde ellos saliéron; esto es, ácia el diaphrâgma vecino; y de aqui es, que los obje-tos muy lejanos aparecen sumamente vecinos.

Este Telescopio dió lugar al de Nevvton, que es posterior, y copia suya, sin tener mas diferen-cia que una mutacion muy pequeña: uno, y otro reciben la luz por una abertura ancha, y en un espejo tambien muy ancho, que está en el fondo del Telescopio; y uno, y otro la vuelven, y en-caminan al segundo espejo; pero en el de Nevv-ton el espejo, que termina el tubo, no está agu-jereado, y el espejo pequeño, en lugar de hacer cara al precedente, le mira, y se opone con la inclinacion de 45 grados, lo qual hace, que la luz vuelva á uno de los lados del tubo casi à án-gu-

gulo recto, y allí descubre la vista el objeto, como si le tuviera delante, no obstante que se halla à un lado. (\*\*)

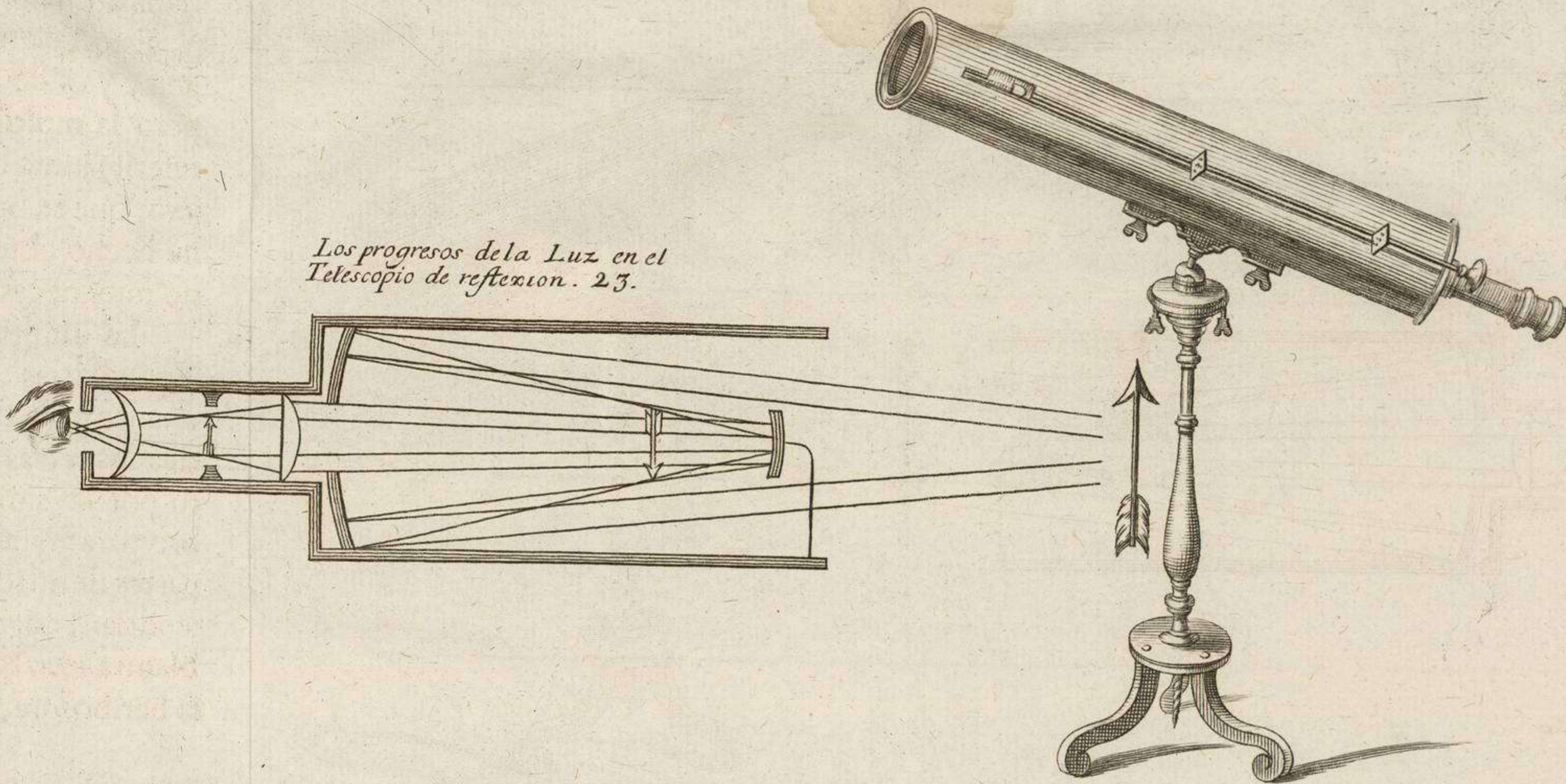
Este Telescopio da mucha claridad à la imagen, y es de hermosa, y excelente invencion; pero la multiplicidad de piezas, (que yo omito referir) junta con la dificultad de dar con el objeto, que se busca, como à vulto, y à un lado, ha hecho el uso poco comun, y la descripcion no muy necesaria.

Perspectiva.

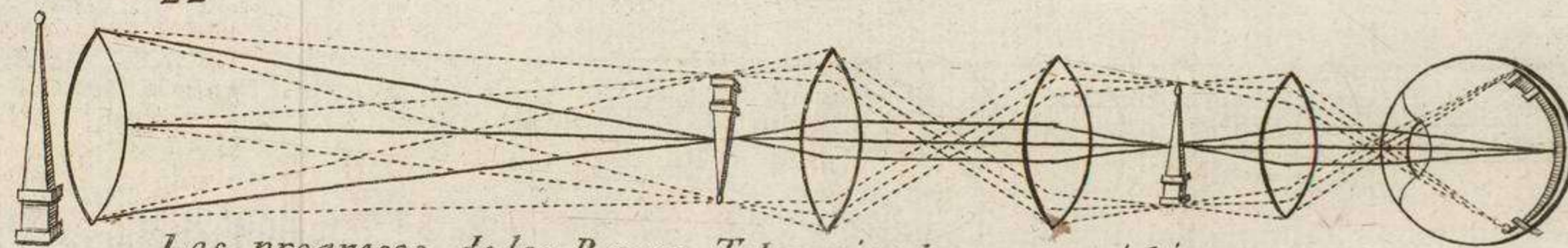
La multitud innumerable de Artesanos, Tramoyistas, y Archîtectos, que usan continuamente del Diseño, deben tambien à la Optica las reglas de la Perspectiva, tan à propósito por su simplicidad, como por su certidumbre para ayudar al ingenio, y dar à las diversas partes de un todo las situaciones respectivas, que tendrian, siguiendo la sencillez de la misma Naturaleza. Nada rezelan mas, que apartarse de la hermosura, y por esta causa siempre ponen los ojos

(\*\*) Tampoco Nevvton perficionó este Telescopio, pues no obstante, que gastó 60 años en disponerle, jamás pudieron los Oficiales Ingleses, aún siendo tan exâctos, y curiosos, conseguir la facilidad en las observaciones, y claridad en la imagen, que ideaba Nevvton, que vino à dexarle imperfecto por esta causa, y de hecho se hubiera quedado en la obscuridad, y en el olvido, si el celebre *Hadleyo* no le hubiera adelantado tanto, que se juzgó no dexar que hacer en este punto à los venideros. Véase à Pedro Van Musschombroek. Oratio de Sap. Div. habita de A. D. VLII Februariis MDCCXLIV. p. 14 Imp. de Leyden, año de 1722. Con toda la perfeccion à que llevó *Hadleyo* este Telescopio, ha tenido despues varias reformas, de modo, que parece haber logrado la mayor perfeccion, y última mano; pero los tiempos desmienten muchas veces nuestros juicios, y acaso nos dirán los venideros, en esto, como en otras cosas, quanto les quedó que hacer à los pasados.

Los progresos de la Luz en el  
Telescopio de reflexion. 23.



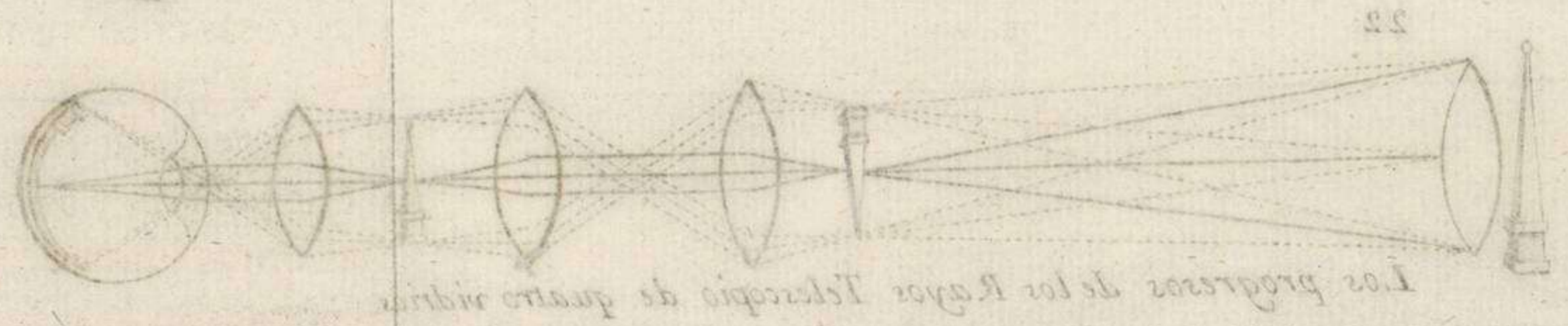
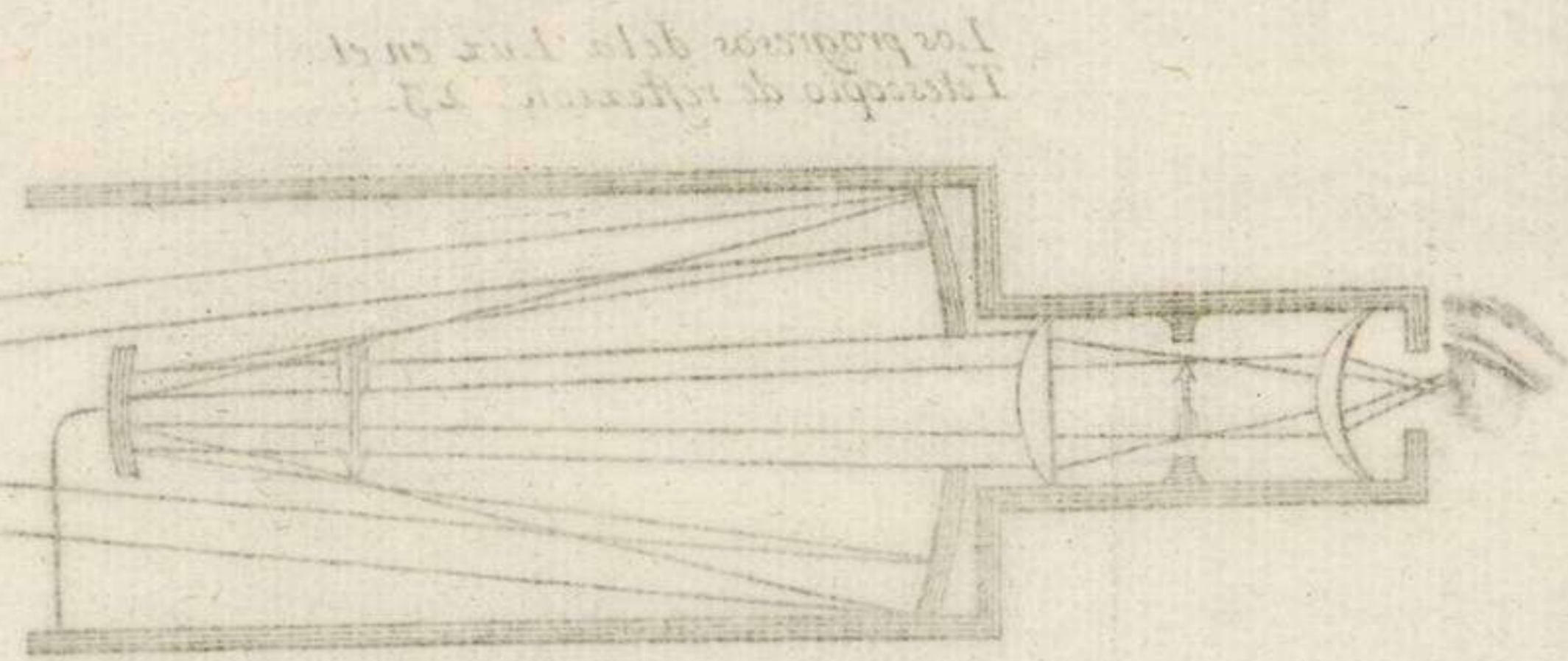
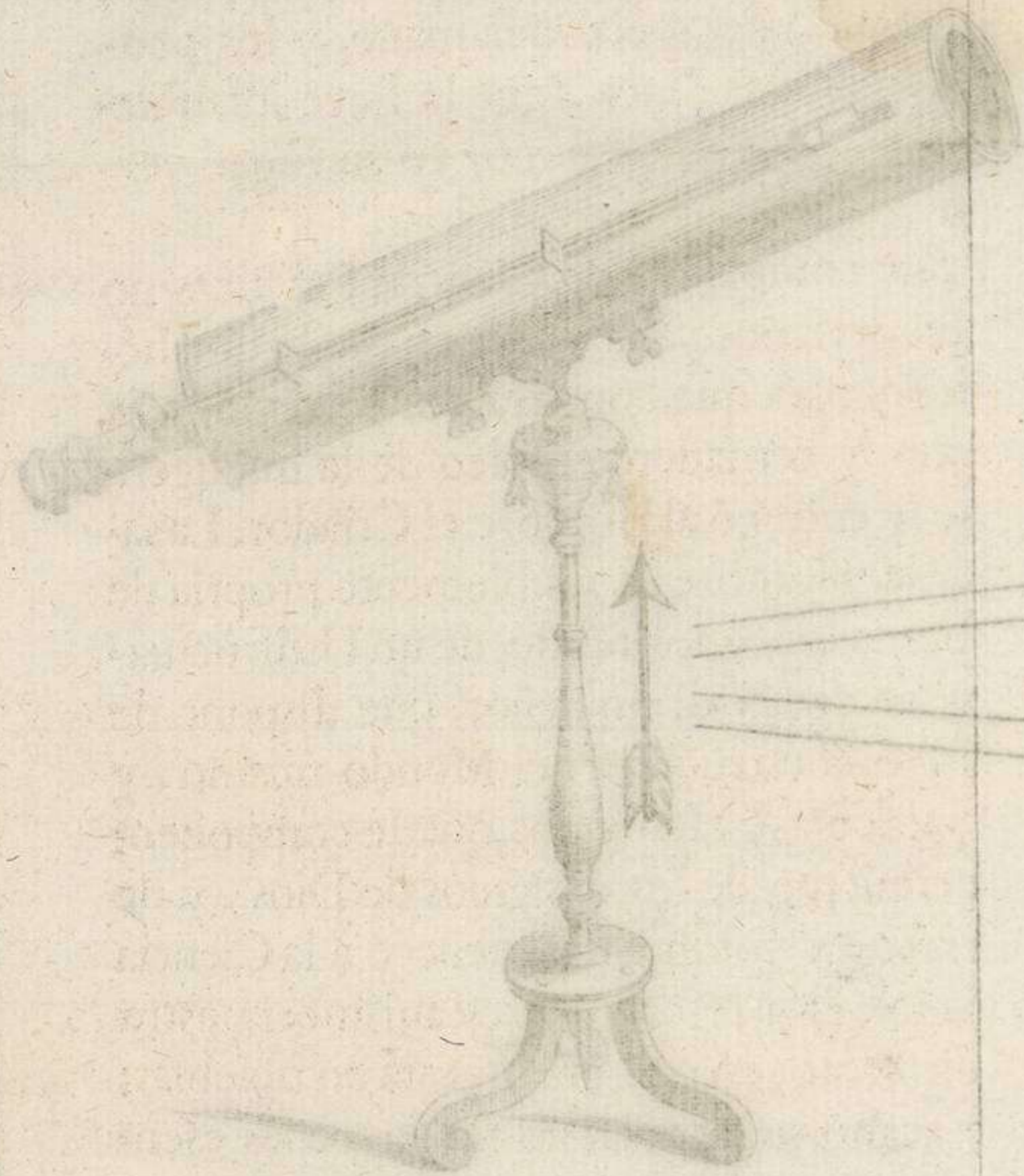
22



Los progresos de los Rayos Telescopio de quatro vidrios

El Telescopio

T. 1. P. 270.



El Telescopio

ojos en la simple Naturaleza. Pero estas Artes imitadoras no dan un paso, ni ponen un punto, sin que meta la Perspectiva la mano, y les ponga en la suya una linea, que la lleve infaliblemente à colocar aquel punto en su lugar verdadero.

En este compendio de Ciencias Prácticas no nos extenderémos ya más, pues basta lo que hemos dicho, para que conozcamos con evidéncia el destino, y verdadero empléo de la inteligencia, que le entregó al Hombre el Criador. La sabiduría del Hombre es visiblemente propria de un Gobernador, que preside, de un Usufructuario, que recoge, y de un Señor, que dispone de todo. Pero la estructura del Mundo mismo, y de las partículas ò elementos, que le componen, el conocimiento de los designios de Dios, y de sus decretos, y voluntad, pertenece à la Ciencia del Criador; él lo reservó para sí mismo: nuestro Entendimiento, en esta razon, está en tinieblas; aqui se acabó su ciencia; no reconoce las esencias de las cosas en sí mismas, como no conoce el célebro, en que el entendimiento mismo se aloja: querer penetrar esto, es solo buscar escollos, en que pelígre; y lo que le es permitido saber de las obras libres de la voluntad de Dios, si este Señor no se lo dice, jamas lo podrá saber.

Conclusion.

*FIN DEL TOMO DECIMO.*

ojos en la simple Naturalidad. Pero estas Artes  
miradores se dan un paso, ni ponen un punto,  
sin que mira la Persepechya la mano, y les pon-  
ga en la suya una línea, que la lleve infalible-  
mente a colocar aquel punto en su lugar ver-  
dadero.

En este compendio de Ciencias Prácticas no  
nos extendemos ya más, pues basta lo que he-  
mos dicho, para que conozcamos con evidencia  
el destino, y verdadero empleo de la Inteligen-  
cia, que le entregó al Hombre el Criador. Las sa-  
bidurias del Hombre es visiblemente propia de  
un Gobernador, que preside de un Universo  
todo, que recoge, y de un Señor, que dispone de  
todo. Pero la estructura del Mundo mismo, y  
de las partículas ó elementos, que le componen,  
el conocimiento de los designios de Dios, y de  
sus decretos, y voluntades, pertenece á la Ciencia  
del Criador; el lo reservó para sí mismo: nuestro  
Entendimiento, en esta raxon, está en tinieblas:  
aquí se acabó su ciencia; no reconoce las cien-  
cias de las cosas en sí mismas, como no conoce  
el celebro, en que el entendimiento mismo se  
sita: quiere penetrar esto, es solo buscar esco-  
llos, en que pelee; y lo que le es permitido sa-  
ber de las obras libres de la voluntad de Dios,  
si este Señor no se lo diese, jamás lo podría sa-  
ber.

Conclusion.



FIN DEL TOMO DECIMO.











ESPEJA

IIA  
II.

Naturia

.10.

1241

3945